

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
DOUTORADO ACADÊMICO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**RELAÇÕES HÍDRICAS DO MAMOEIRO, CV. TAINUNG 1, COM
APLICAÇÃO DE ANTITRASPIRANTES FOLIARES**

Damiana Lima Barros

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
2021**

RELAÇÕES HÍDRICAS DO MAMOEIRO, CV. TAINUNG 1, COM APLICAÇÃO DE ANTITRASPIRANTES FOLIARES

Damiana Lima Barros

Mestre em Engenharia Agrícola

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2017.

Tese submetida ao Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do título de doutora em Engenharia Agrícola, Área de Concentração: Agricultura Irrigada e Recursos Hídricos.

Orientador: Dr. Eugênio Ferreira Coelho

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
2021**

FICHA CATALOGRÁFICA

B277r

Barros, Damiana Lima

Relações hídricas do mamoeiro, cv. Tainung 1, com aplicação de antitranspirantes foliares / Damiana Lima Barros. – Cruz das Almas, BA, 2021.

93 f.

Orientador: Eugênio Ferreira Coelho.

Tese (Doutorado Acadêmico em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas.

1. Carica papaya L.. 2. Cultura do Mamoeiro. 3. Evapotranspiração - cultura do mamoeiro. 4. Antitranspirantes Foliares. I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II. Título.

CDD 634.651

Bibliotecária responsável pela estrutura de catalogação na publicação: Priscila dos Santos Dias - CRB-5/1824.

Os dados para catalogação foram enviados pela usuária

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
DOUTORADO ACADÊMICO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**RELAÇÕES HÍDRICAS DO MAMOEIRO, CV. TAINUNG 1, COM
APLICAÇÃO DE ANTITRASPIRANTES FOLIARES**

**Comissão Examinadora da Defesa de Tese de
Damiana Lima Barros**

Data da defesa: 31 de agosto de 2021

Prof. Dr. Eugênio Ferreira Coelho
Embrapa Mandioca e Fruticultura
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB
(Orientador)

Prof. Dr. Lucas Melo Vellame
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia -
UFRB
(Examinador Interno)

Dra. Jucicléia Soares da Silva
Embrapa Semiárido (DCR/ CNPq/ FACEPE)
(Examinador Externo)

Dra. Alide Mitsue Watanabe Cova
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia -
UFRB
(Examinador Externo)

Dr. Rafael Dreux M. Fernandes
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia -
UFRB (PNPD/CAPES) (Examinador Interno)

*“Eu não tinha este rosto de hoje, assim calmo, assim triste, assim magro,
nem estes olhos tão vazios, nem o lábio amargo...”*

Cecília Meireles

“Os sensíveis sofrem mais, mas amam mais e sonham mais.”

Augusto Cury

DEDICATÓRIA

A Deus, por estar sempre comigo me iluminando e protegendo. **Obrigado Senhor!**

A minha família que é o meu pilar, meu esposo Tacisio e minha filha Kauane. Vocês me inspiram a buscar o meu melhor! Muito obrigado pelo amor, companheirismo, incentivo e compreensão.

Dedico

Aos meus pais Daniel Alves e Francisca Lima, meus irmãos Adão, Eva, Rafael e Verônica pelo amor, companheirismo e incentivo.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

Ao professor e pesquisador Dr. Eugênio Ferreira Coelho pela orientação, ensinamentos e paciência.

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (PPGEA/UFRB), por essa importante oportunidade em minha vida profissional.

À equipe de irrigação e fertirrigação da EMBRAPA Mandioca e fruticultura pelas fundamentais contribuições e, principalmente, pela amizade: Tacisio, Paulo, Laina, Téo, Lenilson, Luma, Rafael, Lucas Curi, Marcos.

À Fapesb por ter fornecido a bolsa de doutorado fundamental para financiamento dos custos dessa pesquisa.

A todos os (as) colegas do PPGEA/UFRB, pela parceria e amizade: Lenilson, Francisco Airdesson, Diego Magalhães, Lucas Batista, Lúcio Veimrober, Juliana Sanchez.

Aos professores Drs. Lucas Melo Vellame, Áureo Silva de Oliveira e Tales Miler Soares pela importantíssima colaboração.

Às minhas amigas Laila, Laina e Uiara por todo apoio e incentivo. E a todos que de alguma forma contribuíram para a realização dessa tese.

RELAÇÕES HÍDRICAS DO MAMOEIRO, CV. TAINUNG 1, COM APLICAÇÃO DE ANTITRASPIRANTES FOLIARES

RESUMO: A cultura do mamoeiro se destaca quanto a importância econômica no Brasil, o qual vem mantendo a posição de segundo produtor mundial, nas duas últimas décadas. Porém, pesquisas tem atentado para registros de redução de áreas plantadas e quedas de produção da fruta, principalmente, por ocorrência de alterações nas condições ambientais. Dentre os maiores desafios desse cenário está o uso da irrigação de maneira eficiente para otimizar a eficiência do uso da água sem redução da produtividade das culturas. Para isso, técnicas devem ser exploradas para todas as culturas de grande importância econômica e de sensibilidade ao déficit hídrico. Atualmente, uma técnica que vem sendo estudada é a aplicação foliar de antitranspirantes formadores de filme de partículas, a exemplo de silicatos hidratados de alumínio (caulim). Estes, atenuam o efeito do excesso de radiação solar, reduzindo a temperatura foliar e as perdas de água por transpiração. Este trabalho teve como objetivo avaliar os aspectos da relação água-solo-planta no cultivo do mamoeiro, cv. Tainung 1, sob aplicação de antitranspirantes foliares a base de caulim. O experimento foi realizado na Embrapa Mandioca e Fruticultura, com a cultura do mamoeiro, cv. Tainung 1, cultivado em lisímetros de drenagem seguindo um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. As plantas na fase de florescimento e frutificação foram pulverizadas com caldas de Caulim e Surround WP nas concentrações de 0, 3 e 5 %. Foram avaliadas a taxa de crescimento absoluto, trocas gasosas, índice de clorofila foliar, temperatura foliar, fluorescência da clorofila, balanço de água no solo e fluxo de seiva. O fluxo de seiva foi mensurado pelo método do pulso de calor. Os resultados, mostraram que o uso de antitranspirante foliar não influencia o crescimento do mamoeiro. A condutância estomática, assim como a transpiração e assimilação de CO₂ não foram influenciadas pelo uso de antitranspirante foliar nas diferentes concentrações. Entretanto, o horário das avaliações e o seu respectivo DPV do ar influenciaram a condutância estomática e a temperatura foliar do mamoeiro. Com exceção do Kc em plantas pulverizadas com Surround WP, o balanço de água no solo cultivado com mamoeiro não foi influenciado pelo uso de antitranspirantes foliares. A evapotranspiração da cultura, no período

monitorado, foi de 8,24 a 9,57 mm. O fluxo de seiva foi maior nas plantas de mamoeiro pulverizadas com Surround WP na concentração de 5%. Não foi verificada a ação dos antitranspirantes foliares Caulim e Surround WP como condicionante térmico para a cultura do mamoeiro.

Palavras-chave: *Carica papaya L.*, Caulim, Surround WP, evapotranspiração, trocas gasosas, balanço hídrico

WATER RELATIONS OF PAPAYA, CV. TAINUNG 1, WITH APPLICATION OF FOLIAR ANTI-TRANSPIRINGS

ABSTRACT: The cultivation of papaya stands out in terms of economic importance in Brazil, which has maintained its position as the second world producer in the last two decades. However, researches have been paying attention to records of reduction of planted areas and fruit production drops, mainly due to changes in environmental conditions. Among the biggest challenges in this scenario is the use of irrigation efficiently to optimize the efficiency of water use without reducing crop productivity. For this, techniques must be explored for all crops of great economic importance and sensitivity to water deficit. Currently, a technique that is being studied is the foliar application of antiperspirants that form a particle film, such as hydrated aluminum silicates (kaolin). These attenuate the effect of excess solar radiation, reducing leaf temperature and water loss through transpiration. This work aimed to evaluate the aspects of the water-soil-plant relationship in the cultivation of papaya, cv. Tainung 1, under application of kaolin-based foliar antiperspirants. The experiment was carried out at Embrapa Cassava e Fruticultura, with the papaya crop, cv. Tainung 1, cultivated in drainage lysimeters following a completely randomized design, with four replications. Plants in the flowering and fruiting phase were sprayed with Kaolin and Surround WP syrups at concentrations of 0, 3 and 5%. Absolute growth rate, gas exchange, leaf chlorophyll index, leaf temperature, chlorophyll fluorescence, soil water balance and sap flow were evaluated. The sap flow was measured by the heat pulse method. The results showed that the use of foliar antiperspirant does not influence papaya growth. Stomatal conductance, as well as transpiration and CO₂ assimilation were not influenced by the use of foliar antiperspirant at different concentrations. However, the time of evaluations and their respective air DPV influenced the stomatal conductance and leaf temperature of the papaya tree. With the exception of Kc in plants sprayed with Surround WP, the water balance in the soil cultivated with papaya was not influenced by the use of foliar antiperspirants. The crop evapotranspiration, in the monitored period, ranged from 8.24 to 9.57 mm. The sap flow was higher in papaya plants sprayed with Surround WP at 5% concentration. The action of the foliar antiperspirants Kaolim and Surround WP as a thermal conditioner for the papaya crop was not verified.

Keywords: *Carica papaya* L., Kaolin, Surround WP, evapotranspiration, gas exchange, water balance

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Variáveis meteorológicas referentes ao período de realização do experimento. As setas na cor vermelha indicam o dia da aplicação dos tratamentos. As setas na cor preta indicam os períodos de avaliação das plantas. 26
- Figura 2.** Boxplot para taxa de crescimento absoluto (mm dia^{-1}), em um período de trinta dias, da área foliar (TCAAF) do mamoeiro, cv. Tainung 1, pulverizado com diferentes concentrações de Caulim (A) e Surround WP (B); da altura (TCAALT) do mamoeiro, cv. Tainung 1, pulverizado com diferentes concentrações de Caulim (C) e Surround WP (D); e do diâmetro do caule (TCADIA) do mamoeiro, cv. Tainung 1, pulverizado com diferentes concentrações de Caulim (E) e Surround WP (F). 31
- Figura 3.** Condutância estomática - gs (A) e temperatura foliar - TF (B) do mamoeiro, pulverizado com Caulim e Surround WP, ao longo dos 201 DAP. . 33
- Figura 4.** Condutância estomática (gs) do mamoeiro em função do DPVar, as 14:00 horas, aos 189, 190, 201, 203, 214, 222, 223 e 232 DAP. 34
- Figura 5.** Temperatura foliar (TF) do mamoeiro em função do DPVar, as 14:00 horas, aos 189, 190, 201, 203, 214, 222, 223 e 232 DAP. 35
- Figura 6.** Correlação entre a assimilação de CO_2 (A) e a transpiração (E) do mamoeiro, avaliadas aos 239 DAP. 37
- Figura 7.** Rendimento quântico potencial - F_v/F_m (A), rendimento quântico efetivo do FSII - Y (B), rendimento quântico da dissipação regulada de energia não-fotoquímica no fotossistema II - YNPQ (C) e o rendimento quântico da dissipação não-regulada de energia não-fotoquímica no fotossistema II - YNO (D) do mamoeiro cv. Tainung 1, aos 214 DAP no período da manhã e da tarde. 39
- Figura 8.** Rendimento quântico potencial - F_v/F_m (A), rendimento quântico efetivo - Y (B), rendimento quântico da dissipação regulada de energia não-fotoquímica - YNPQ (C) e o rendimento quântico da dissipação não-regulada de energia não-fotoquímica - YNO (D). Aos 214, 224 e 234 dias após o plantio do mamoeiro, cv. Tainung1. 41
- Figura 9.** Taxa de transporte de elétrons do mamoeiro Tainung 1, pulverizado com diferentes concentrações de Caulim e Surround WP, aos 234 DAP. Médias

seguidas de letras minúsculas diferenciam, apenas, o período da manhã e da tarde dentro de uma mesma concentração.....	42
Figura 10. Taxa de transporte de elétrons do mamoeiro, Tainung 1, aos 214, 224 e 234 DAP. Os valores indicam a média de quatro repetições e respectivos erros. Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância.....	42
Figura 11. Relação entre o rendimento quântico potencial e o índice de clorofila na folha do mamoeiro (A), a concentração interna de CO ₂ na folha do mamoeiro (B) e a eficiência de uso da água do mamoeiro (C).	44
Figura 12. Curva de calibração dos sensores de TDR instalados nos lisímetros de drenagem.	59
Figura 13. Fluxo de seiva acumulado (L d ⁻¹), do mamoeiro, em função das diferentes concentrações de Caulim e Surround WP. Médias seguidas de letras maiúsculas comparam os diferentes antitranspirantes. Enquanto as médias seguidas de letras minúsculas comparam as diferentes concentrações.	69
Figura 14. Fluxo de seiva, horário, do mamoeiro pulverizado com diferentes concentrações de antitranspirante foliar.....	70
Figura 15. Fluxo de seiva, horário, do mamoeiro em função das diferentes concentrações e antitranspirantes foliares. Médias seguidas de letras maiúsculas comparam os antitranspirantes dentro de uma mesma concentração. Enquanto, as médias seguidas de letras minúsculas comparam as concentrações dentro do mesmo antitranspirante.....	71
Figura 16. Densidade do fluxo de seiva do mamoeiro, pulverizado com diferentes concentrações de Caulim (K) e Surround (S), em função do horário dos dias.	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultado dos atributos químicos e físicos do solo, antes do plantio do mamoeiro nos lisímetros. Cruz das Almas – BA, 2019.	25
Tabela 2. Resumo da análise de variância para temperatura foliar (Tfo), condutância estomática (Gs), transpiração (E), fotossíntese (A), eficiência do uso da água (A/E), índice de clorofila foliar (ICF) e concentração interna de CO ₂ (CI) nas folhas do mamoeiro.	36
Tabela 3. Atributos físicos e químicos do solo, antes do plantio do mamoeiro nos lisímetros de drenagem. Cruz das Almas – BA, 2019.	57
Tabela 4. Valores médios de armazenamento (Arm), extração de água, evapotranspiração da cultura (ETc) e coeficiente de cultivo (Kc) do mamoeiro, Tainung 1, pulverizado com antitranspirantes foliares, Caulim (K) e Surround WP (S) em diferentes concentrações.	65
Tabela 5. Médias das variáveis armazenamento (Arm), extração de água, evapotranspiração da cultura (ETc) e coeficiente de cultivo (Kc) do mamoeiro pulverizado com diferentes concentrações de antitranspirante foliar.	66
Tabela 6. Valores médios das variáveis de armazenamento (Arm), extração de água, evapotranspiração da cultura (ETc) e coeficiente de cultivo (Kc) do mamoeiro com interação entre os antitranspirantes Caulim e Surround WP e as concentrações.	67
Tabela 7. Resumo da análise de variância para fluxo de seiva do mamoeiro, cv. Tainung 1, acumulado aos 229, 230, 231, 232, 333, 234, 237 e 238 DAP.	68

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1 Objetivo geral	2
2.2 Objetivos específicos.....	2
3. REVISÃO DE LITERATURA	3
3.1 A cultura do mamoeiro e estresse abiótico	3
3.2 Temperatura foliar	5
3.3 Eficiência fotoquímica e trocas gasosas	6
3.4 Antitranspirantes foliares	7
3.5 Evapotranspiração da cultura do mamoeiro.....	9
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11
CAPÍTULO I - FISIOLOGIA E CRESCIMENTO DE MAMOEIRO SOB APLICAÇÃO DE ANTITRANSPIRANTES FOLIARES EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES	20
RESUMO:	21
ABSTRACT:	22
1. INTRODUÇÃO	23
2. MATERIAL E MÉTODOS	24
2.1 Localização e descrição da área experimental.....	24
2.2 Delineamento experimental.....	25

2.3 Descrição e aplicação dos tratamentos	26
2.4 Coleta e processamento de dados	27
2.4 Análises dos dados.....	30
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
3.1 Taxa de crescimento absoluto do mamoeiro.....	30
3.2 Condutância estomática e temperatura foliar do mamoeiro	32
3.3 Trocas gasosas, temperatura e índice de clorofila foliar.....	35
3.4 Fluorescência da clorofila do mamoeiro.....	38
4. CONCLUSÃO	45
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
ANEXOS	51
CAPÍTULO II - FLUXO DE SEIVA E BALANÇO HÍDRICO DO MAMOEIRO SUBMETIDO A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ANTITRANSPIRANTES FOLIARES	52
RESUMO:	53
ABSTRACT:	54
1. INTRODUÇÃO	55
2. MATERIAL E MÉTODOS	56
2.1 Localização e descrição da área experimental.....	56
2.2 Delineamento experimental.....	58
2.3 Sistema de irrigação e manejo da irrigação.....	58

2.4 Balanço de água na zona radicular no mamoeiro	58
2.5 Determinação do fluxo de seiva.....	62
2.6 Caracterização das condições ambientais	64
2.7 Análises estatísticas dos dados	64
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
3.1 Balanço de água no mamoeiro com utilização de antitranspirantes no mamoeiro	65
3.2 Fluxo de seiva do mamoeiro	68
4. CONCLUSÕES.....	72
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
ANEXOS.....	77

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de mamão (*Carica papaya* L.), com 1.424.650 t ano⁻¹, perdendo apenas para Índia que produz 5.699.000 t ano⁻¹ (CARVALHO et al., 2019; KIST et al., 2021). A produção Brasileira está em uma área de aproximadamente 27 mil hectares e produção de média anual superior a 1,5 milhão de toneladas. Apesar da Bahia se destacar com uma área plantada de 9.300 ha, a mesma perde em produção da fruta para o Espírito Santo, que tem uma produção de 400 t, enquanto a Bahia tem uma produção de 390,075 t (IBGE, 2021). Segundo Carvalho et al. (2019), a oferta de mamão no Brasil, nos anos de 2015 e 2016, foi significativamente reduzida por conta da falta de chuva e pela ocorrência de temperaturas elevadas no país. Da mesma forma, a crise hídrica recente causou uma queda de 15% na produtividade do mamão Formosa, no Oeste da Bahia, no ano de 2018.

A região Nordeste brasileira apresenta em mais de 60% do seu território áreas com clima semiárido. Mesmo apresentando a maior parte da área de cultivo na região Nordeste, a produção de mamão nessa região enfrenta algumas adversidades, já que este território tem como característica a deficiência hídrica, chuvas irregulares, e a alta demanda atmosférica (MEDEIROS et al., 2012; BEZERRA et al. 2019). Para conseguir melhores resultados econômicos no país, principalmente como exportador, análises desse cenário precisam ser feitas buscando aumentar a produtividade e qualidade do fruto (PAVAN et al., 2014).

O mamoeiro é uma cultura que demanda uma disponibilidade de nutrientes constante e até crescente durante todo o ciclo de cultivo (COELHO et al., 2011; SOUZA et al., 2007) por conta do florescimento em paralelo com a frutificação. Além disso, é uma cultura que responde muito bem ao manejo de irrigação o que possibilita o fornecimento dos nutrientes na quantidade e momento adequado por meio da técnica de fertirrigação (COELHO et al., 2011). No entanto, o monitoramento da umidade do solo deve ser feito rigorosamente pois, quando ocorre condições de encharcamento favorece a maior incidência de patógenos, principalmente *Phytophthora*, no pomar (CARNAÚBA et al., 2006).

O mamoeiro é uma cultura muito sensível ao estresse hídrico, seja ele no solo ou na atmosfera, respondendo rapidamente a essas variações por meio de

mecanismos de abertura e fechamento estomático (CAMPOSTRINI et al., 2018; MACHADO FILHO et al., 2006). A intensidade e a frequência de ocorrência das condições ambientais limitantes podem impedir que a cultura expresse o seu potencial. No intuito de mitigar tais prováveis prejuízos, estratégias podem ser exploradas no manejo dos cultivos. Atualmente, tem-se pesquisado mais sobre a tecnologia de filme de partícula hidrofóbica. Essa tecnologia usa de materiais que formam filmes hidrofóbicos, ou barreiras de partículas físicas e superfícies reflexivas brancas nas folhas e frutos, para suprimir pragas e doenças de culturas agrícolas (SHARMA et al., 2015). Esses filmes sobre as folhas podem atuar como antitranspirantes impedindo a transpiração pela redução da abertura estomática ou podem refletir a luz solar evitando elevação da temperatura foliar (EL-KHAWAGA, 2013) ou aumentar o crescimento sob condições de estresse hídrico (MOFTAH; AL-HUMAID, 2005; NITZSCHE et al., 1991). No entanto, no Brasil ainda não se tem muitas informações sobre o uso da tecnologia de filme de partículas nos cultivos de mamoeiro, como manejo da cultura para tolerar ao estresse hídrico.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar os aspectos da relação água-solo-planta no cultivo do mamoeiro, cv. Tainung 1, sob aplicação de antitranspirantes foliares a base de caulim.

2.2 Objetivos específicos

1. Avaliar os efeitos de dois tipos de antitranspirantes foliares, em diferentes concentrações, sobre o crescimento do mamoeiro;
2. Avaliar os efeitos de diferentes concentrações dos antitranspirantes foliares sobre a temperatura foliar, as trocas gasosas e a eficiência fotoquímica da cultura do mamoeiro;
3. Avaliar os efeitos de dois tipos de antitranspirantes foliares, em diferentes concentrações, sobre a variação do armazenamento da água no solo e extração de água pelas raízes do mamoeiro, a evapotranspiração, coeficiente de cultivo e fluxo de seiva da cultura do mamoeiro.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A cultura do mamoeiro e estresse abiótico

O mamão tem como centro de origem as planícies do leste da América Central, do México ao Panamá. Sendo suas sementes distribuídas para o Caribe e o sul da Ásia no século XVI, espalhando-se para a Índia, Pacífico e África. O mamão, atualmente é cultivado em todos os países tropicais e em muitas regiões subtropicais do mundo (RIGOTTI, 2015).

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma planta de caule semi lenhoso, pertencente à família Caricaceae. O mamoeiro apresenta caule de 3 a 6 m de altura, ereto, encimado por uma coroa de folhas. As folhas possuem lóbulos centrais com até 0,7 m de comprimento. O arranjo do dossel com as folhas simetricamente dispostas em espiral favorece sua completa exposição à radiação solar. Em situações de elevada densidade dos fluxos de fótons fotossintéticos incidentes, as folhas se mantêm paralelas em relação aos raios solares, com um movimento paraeliotrópico que pode ser observado nos horários mais quentes do dia. Esse mecanismo pode influenciar o processo de fotossíntese (REIS; CAMPOSTRINI, 2008). Além disso, as folhas são classificadas como hipoestomáticas, por conta dos estômatos presentes na face abaxial das mesmas (LORENZI et al., 2006; GUERRA, 2020; CARNEIRO; CRUZ, 2009). Os estômatos são as estruturas responsáveis pelas trocas gasosas da planta e, conseqüentemente, pela transpiração da mesma (TAIZ; ZEIGER, 2017).

O sistema radicular é pivotante, com uma raiz principal muito desenvolvida contendo raízes secundárias radiais responsáveis pela absorção de água e nutrientes (LIMA et al., 2015). A profundidade efetiva das raízes é considerada a 0,45 m abaixo da superfície do solo (COELHO et al., 2005). Demandado a cultura uma grande disponibilidade de nutrientes durante todo o ciclo de cultivo (SOUZA et al., 2007) por conta do florescimento em paralelo com a frutificação. Além disso, é uma cultura que responde muito bem ao manejo de irrigação o que possibilita o fornecimento dos nutrientes na quantidade e momento adequados através da técnica de fertirrigação. No entanto, o monitoramento da umidade do solo deve ser controlado rigorosamente, pois quando ocorrem condições de encharcamento do solo favorece a maior

incidência de patógenos, principalmente *Phytophthora*, no pomar (CARNAÚBA et al., 2006).

O mamoeiro é uma cultura do tipo precoce, que tem seu florescimento e sua frutificação no período de três a quatro meses depois de sua plantação (CAMPOSTRINI et al., 2010). Os frutos são climatéricos e apresentam formato arredondado, oblongo e alongado dependente do sexo da planta, por ser uma cultura trióica. Os frutos apresentam casca fina e lisa, de coloração entre o amarelo-claro e o alaranjado, polpa firme e doce com espessura entre 2,5 a 5 cm (UDOMKUN et al., 2010). Os mamões do grupo Solo e Formosa são os principais frutos de mamão comercializados nos mercados externos e internos, respectivamente. Um dos destaques dentro do grupo Formosa é o híbrido Tainung n 1. Seus frutos são bem aceitos pelo mercado consumidor e sua produtividade gira em torno de 60 t ha⁻¹ ano⁻¹.

O mamoeiro é uma planta de metabolismo C₃ e, conseqüentemente, é mais afetada por variações nas condições climáticas. Além disso, responde imediatamente a estresse hídrico, seja no solo ou na atmosfera. Dessa forma, a produtividade do mamoeiro é facilmente afetada podendo ser potencializada ou sofrer reduções por conta de fatores como restrição hídrico no solo, temperatura, umidade relativa, radiação solar e DPV (déficit de pressão do ar) (CARR, 2013; POSSE et al., 2009). A temperatura considerada ótima para o desenvolvimento do mamoeiro é de 25 °C. A ocorrência de temperatura acima de 33 °C, mesmo que esporadicamente, prejudica o crescimento e desenvolvimento da cultura do mamoeiro (OLIVEIRA et al., 2012). Em plantas de mamoeiro cultivadas em condição de campo, Reis e Campostrini (2008) observaram uma relação elevada e negativa entre o DPV da folha/ar e a condutância estomática e, em dias de céu claro, os valores de DPV da folha/ar entre 6 e 7 kPa corresponderam a taxas fotossintéticas próximas de zero. Resultados semelhantes em relação à ação do DPV do ar sobre a condutância estomática, foram obtidos por Machado Filho et al. (2006). Segundo esses autores, a espécie *Carica papaya L* foi extremamente responsiva ao DPV do ar. Em ambientes com DPV do ar de 3,5 kPa, os valores da condutância estomática foram reduzidos e, conseqüentemente, a taxa fotossintética líquida também foi reduzida. Vale ressaltar que a taxa fotossintética das plantas influencia diretamente a qualidade dos frutos do

mamoeiro devido à grande demanda de fotoassimilados na fase de produção, época de maior eficiência fotoquímica da cultura (SILVA et al., 2011).

3.2 Temperatura foliar

A temperatura tem um papel fundamental na vida vegetal, pois ela afeta toda a atividade metabólica das plantas (ELHRINGER, 1989), sendo um dos fatores determinantes da distribuição de espécies de plantas nos ecossistemas. A incidência de radiação solar sobre a vegetação é o principal fator determinante da temperatura foliar da cultura (GATES, 1968). Além da radiação solar outros fatores, como velocidade do vento e a umidade relativa do ar, podem influenciar na temperatura foliar e no processo fotossintético das plantas e, conseqüentemente, alterar o gradiente de déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar (BAZZAZ, 1998; GATES, 1968). Influenciando, assim, na pressão de saturação de vapor d'água dentro da folha e induzindo a planta a acionar o mecanismo de fechamento estomático (TAIZ; ZEIGER, 2017). A temperatura foliar pode ser alterada, ainda, por fatores inerentes as características da própria planta tais como anatomia da folha e a resistência da camada limítrofe da folha à difusão do vapor d'água (GATES, 1968).

A temperatura foliar é um fator que pode interferir nos processos fisiológicos da planta pois, as diferenças de temperatura levam a alterações nas trocas gasosas e no processo bioquímico da mesma (BAZZAZ, 1998; GATES, 1968). A determinação da temperatura com energia infravermelha é descrita como uma técnica simples que possibilita a leitura em objetos em movimento, lugares com difícil acesso e, ultimamente, usada para quantificar a temperatura foliar de culturas agronômicas (NOVINSKI, 2013; BASCUR et al., 1985).

A técnica de termometria por infravermelho permite determinar a temperatura do dossel de plantas de forma rápida, e vem sendo usada em monitoramentos de estado hídrico de plantas (GARDNER et al., 1981; BASCUR et al., 1985). E possui grande importância para a agronomia, ecofisiologia vegetal e ecologia, porque esta técnica se enquadra no princípio básico onde a temperatura das folhas está diretamente relacionada com a perda de vapor de água pela transpiração (JONES, 2002; COSTA et al., 2013). Entretanto, a transpiração vegetal pode influenciar diretamente na temperatura foliar (LEUZINGER et al., 2010). À medida que a transpiração da cultura é reduzida, a

exemplo das condições de déficit hídrico no solo, há um aumento da temperatura foliar pela absorção da radiação (SINGH et al., 2021). O nível de umidade do solo é um fator fundamental e essencial para o crescimento e desenvolvimento da planta, uma vez que quase todos os processos fisiológicos são, direta ou indiretamente, afetados pelo suprimento hídrico (COELHO et al., 2011).

Além disso, o uso de temperaturas determinadas por infravermelho foi reconhecido como o método mais adequado para a avaliação da variabilidade das propriedades térmicas dentro dos dosséis da videira e com grande potencial para outras culturas agrícolas (JONES et al., 2002). Estudos relatam que as termometrias por infravermelho podem mostrar diferenças entre plantas irrigadas e plantas não irrigadas e até mesmo diferença nas intensidades de irrigação (ZARCO-TEJADA et al., 2012; SINGH et al., 2021).

3.3 Eficiência fotoquímica e trocas gasosas

Durante o processo fotossintético, na fase fotoquímica, as plantas convertem a energia luminosa em energia química (TAIZ; ZEIGER, 2017). Para isso é necessário que as moléculas de clorofila absorvam a energia luminosa passando, assim, por um estado de excitação e posterior dissipação dessa energia (TAIZ; ZEIGER, 2017). Essa dissipação de energia pode ocorrer por dissipação fotoquímica, fluorescência e dissipação não-fotoquímica. Através da dissipação fotoquímica a energia luminosa é utilizada para formação da molécula de ATP (Trifosfato de Adenosina) e no poder redutor do acceptor NADP (Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo Fosfato) os quais são essenciais para a fase bioquímica da fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2017). Essa dissipação fotoquímica pode ser chamada de rendimento quântico potencial do fotossistema II, que é determinado pela relação entre a fluorescência variável e a fluorescência máxima (F_v/F_m) da clorofila. O rendimento quântico potencial do fotossistema II (F_v/F_m) tem sido um parâmetro utilizado para avaliação de plantas em condições de estresse (CINTRA et al., 2020; FONTES et al., 2008). Para Ribeiro et al. (2004), os valores de rendimento quântico potencial podem variar de 0,750 a 0,850, para plantas em condições ótimas de desenvolvimento.

Para que a fotossíntese seja realizada, de maneira adequada, além eficiência fotoquímica também é necessário que ocorra trocas gasosas entre as folhas e a atmosfera através do processo de transpiração. A transpiração é um

processo fisiológico vegetal necessário, mas que resulta em grandes perdas de água. Conseqüentemente, a planta usa do mecanismo de fechamento estomático para regular essa perda de água por transpiração (TAIZ; ZEIGER, 2017). Os estômatos são as principais estruturas responsáveis por essas trocas gasosas (TAIZ; ZEIGER, 2017). As plantas de metabolismo C_3 são sensíveis às variações das condições meteorológicas e ambientais respondendo, imediatamente, através de mecanismos de abertura e fechamento estomático (REIS; CAMPOSTRINE, 2008; MACHADO FILHO et al. 2006). O que torna a condutância estomática um bom indicador das condições fisiológicas das plantas uma vez que a mesma é proporcional a transpiração (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Pesquisas sobre trocas gasosas permitem analisar, de forma confiável, as respostas fisiológicas das plantas em campo referentes a fatores ambientais e ao manejo como, por exemplo, irrigação (CINTRA et al., 2020; FONTES et al., 2008). Diante da análise dos diversos parâmetros dados pelo estudo das trocas gasosas é possível identificar certas alterações fisiológicas nas plantas sob determinadas condições ambientais e que podem se tornar um fator estressante (GÓMEZ-BELLOT et al., 2014; POSSE et al., 2009).

3.4 Antitranspirantes foliares

A tecnologia de filme de partícula hidrofóbica representa a síntese combinada de conhecimentos no uso de filmes hidrofóbicos, barreiras de partículas físicas e superfícies reflexivas brancas, para suprimir pragas e doenças de culturas agrícolas (ALAVO et al., 2010; 2011; SHARMA et al., 2015). Esses filmes sobre as folhas podem atuar como antitranspirantes impedindo a transpiração pela redução da abertura estomática ou podem refletir a luz solar evitando elevação da temperatura foliar (EL-KHAWAGA, 2013) e/ou aumentando o crescimento sob condições de estresse hídrico (MOFTAH; AL-HUMAID, 2005; NITZSCHE et al., 1991). Além disso, o uso de antitranspirantes pode ser eficiente para condições de solos com teores de umidade abaixo da capacidade de campo (CASTRO et al., 1984).

Os minerais utilizados na tecnologia de filme de partícula hidrofóbica, podem ser classificados de acordo com os seus respectivos mecanismos de ação. De modo que, possui três categorias de produtos: I - os formadores de

filmes impermeáveis - que impedem o fluxo do vapor de água no tecido foliar; II - os refletores que atuam na reflexão de parte da radiação que incide no dossel foliar; III - os de fechamento estomático, que afetam os processos metabólicos nos tecidos foliares (ABD EL-KADER et al., 2006; LAL; SAHU, 2017). Além desses, possui materiais antitranspirantes com mecanismos de ação conjugada, como os formadores de filme de partículas que são refletores, com ação de obstruir parcialmente os estômatos e aumentar o albedo. Como exemplo dos materiais de ação conjugada, destaca-se o silicato de alumínio hidratado que além de formar uma película branca sobre a folha, o cálcio e o silício presentes na sua composição são absorvidos e possuem funções fisiológicas no desenvolvimento da planta (HARTER; BARROS, 2011).

Materiais formadores de filme e refletores, como o caulim, podem diminuir a temperatura da folha por meio da refletividade, resultando em menor transpiração e maior eficiência de uso da água (MOFTAH; AL-HUMAID, 2005). Esses materiais podem ser considerados como protetores solares amenizando a queima de frutos expostos as condições de muita radiação solar como, por exemplo, o café (ABREU, 2018). O caulim é um argilomineral oriundo da decomposição do feldspato cujo principal constituinte é a caulinita. Sua matéria prima tem sido processada industrialmente originando produtos destinados ao uso agrícola, como é o caso do Surround® WP. O Surround® WP é um produto industrializado composto por 95% de caulim e 5% de materiais inertes. É caracterizado como um pó molhável. Não é tóxico e quando pulverizado sobre as culturas tende a proteger as mesmas contra queimaduras solares e estresse térmico.

O caulim tem sido muito utilizado para a chamada “tecnologia de filme de partículas” e tem se mostrado eficiente na redução da transpiração foliar (MOFTAH; AL-HUMAID, 2005). Em estudo com pulverização de caulim em plantas de maçã, Glenn (2016), observou que para as condições bem irrigadas a troca de gás é limitada por resistências hidráulicas, incluindo a condutância estomática, a temperatura da folha e o déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar influenciando, conseqüentemente, na transpiração. O que significa que a transpiração foliar da planta é resultante de um gradiente de potencial que ocorre no sistema solo-planta-atmosfera. Dessa forma, alternativas podem ser testadas

em partes desse sistema buscando otimizar o processo de perda de água pela planta e sua eficiência do uso da água.

Alterações na superfície de frutos de oliveira e na temperatura das folhas podem ocorrer, quando tratados com caulim, influenciando nos teores de clorofila, carotenoides, ácidos linoléico e linolênico (KHALEGHI et al., 2015). Existe a possibilidade de aumentar o uso intrínseco da água por videiras pulverizadas com caulim em 18% e a qualidade do vinho resultante com aumento de peso e teor de sólidos solúveis nas bagas (BRILLANTE et al., 2016; SHELLIE; GLENN, 2008) e melhorar sua composição. Os efeitos nocivos da salinidade na cultura do tomate podem ser atenuados com a aplicação de caulim por proporcionar melhoria no estado da água na planta, diminuir a temperatura, aumentar a eficiência do uso da água pelas plantas, aumentar a produção de frutos comercializáveis livres de pragas e doenças (BOARI et al., 2014; BOARI et al., 2015; BOARI et al., 2016).

3.5 Evapotranspiração da cultura do mamoeiro

O mamoeiro é uma cultura exigente quanto a disponibilidade de água. Principalmente no estágio reprodutivo quando a cultura apresenta flores e frutos, simultaneamente (COELHO et al., 2011). Entretanto, a evapotranspiração da cultura não depende da quantidade de água disponível, mas também de fatores ambientais e manejo de cultivo (ALLEN et al., 1998). O conhecimento preciso da evapotranspiração da cultura é fundamental para a reposição da água no solo. Em condições de elevada demanda atmosférica, aumenta-se a perda de água na forma de vapor, pelo mamoeiro (REIS; CAMPOSTRINI, 2008). Coelho et al. (2011) observaram que a evapotranspiração do mamoeiro pode variar de 7 a 8 mm dia⁻¹, em condições de alta demanda atmosférica. Enquanto, em condições de baixa demanda atmosférica, a evapotranspiração do mamoeiro pode variar de 2 a 4 mm dia⁻¹.

A evapotranspiração é repostada nos cultivos por meio de precipitação ou irrigação. Para a irrigação, necessita-se da lâmina de água em função da evapotranspiração da cultura, evapotranspiração de referência e coeficiente de cultivo (ALLEN et al., 1998). Existem muitos métodos para se obter a evapotranspiração. A mais usada, normalmente, é a equação de Penman-

Monteith padronizada pela FAO (ALLEN et al., 1998). Este método é considerado indireto e mais viável por conta da facilidade de conseguir os parâmetros, meteorológicos e fenológicos relacionados às condições de cultivo, utilizados na equação.

Entre os métodos diretos de determinação da evapotranspiração, pode-se citar como principal o lisímetro de pesagem. É um método considerado mais trabalhoso e oneroso, não sendo viável para os produtores. Pesquisas tem mostrado que a determinação da evapotranspiração da cultura por meio da variação de armazenamento de água no solo é uma boa alternativa (COELHO et al., 2010; SILVA; COELHO, 2014). Este método considera o movimento dos fluxos de água na zona efetiva do sistema radicular da cultura de maneira a quantificar a variação do armazenamento e a extração de água pelas raízes.

Nos últimos anos, tem-se buscado métodos que possibilitem determinar a evapotranspiração considerando a planta como um todo ao invés de apenas partes dela (folha e sistema radicular, por exemplo). Com isso, estudos sobre os métodos térmicos com fornecimento de calor no caule tem se expandido entre as pesquisas com diversas culturas (COELHO FILHO et al., 2005; PAMPONET et al., 2012; VELLAME et al., 2012). Os resultados tem demonstrado pequenas incertezas inerentes ao método, mas que podem ser corrigidas com o aprimoramento dos mesmos. Para a cultura do maracujá Almeida (2019) verificou boa correlação entre a evapotranspiração e o fluxo de seiva mensurado pelo método de pulso de calor ajustado por Burgees et al. (2001).

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABD EL – KADER, A. M.; SALEH, M. M. S.; ALI, M. A. Effect of soil moisture levels and some antitranspirants on vegetative growth, leaf mineral content, yield and fruit quality of Williams's banana plants. **The Journal of Applied Sciences Research**, v. 2, p. 1248-1255, 2006.

ABREU, D. P. de. Aplicação de filme de partículas de caulinita processada (fpcp) sobre o dossel de *coffea sp.*: efeitos no metabolismo fotoquímico, produtividade e qualidade do fruto. Trabalho de Conclusão de Curso (**Monografia**) em Engenharia Agrônômica. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF. Campos dos Goytacazes – RJ. 2018. 142 p.

ALAVO, T. B. C.; ABAGLI, A. Z.; TÉGBÉSSOU, K. J. C.; DUNPHY, G. B. Kaolin potential for the integrated management of *Aphis gossypii* Glov. (Homoptera: Aphididae) on cotton. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 44, p. 764-770, 2011.

ALAVO, T. B. C.; YAROU, B. B.; ATACHI, P. Field effects of kaolin particle film formulation against major cotton lepidopteran pests in North Benin, West Africa. **International Journal of Pest Management**, v. 56, p. 287-290, 2010.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (Irrigation and drainage, 56).

ALMEIDA, G. da C. Fluxo de seiva e evapotranspiração do maracujazeiro sob diferentes tipos de propagação. **Dissertação** (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, BA, 2019. 55p.

BASCUR, G. A. B.; OLIVA, M. A.; LAING, D. Termometria infrarroja en selección de genótipos de frijol resistentes a la sequía II. **Bases fisiológicas**, v. 35, n. 1, p. 43-47, 1985.

BAZZAZ, F. A. Tropical forest in future climate: changes in biological diversity and impact on the global carbon cycle. **Climatic Change**, v. 39, p. 317-336, 1998.

BEZERRA, D. E. L.; LIMA FILHO, P.; PEREIRA JÚNIOR, E. B.; AZEVEDO, P. R. L.; SILVA, E. A. Reúso de água na irrigação de mudas de mamoeiro no Semiárido brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.14, n.1, p. 5-11, 2019.

BOARI, F.; CUCCI, G.; DONADIO, A.; SCHIATTONE, M. I.; CANTORE, V. Kaolin influenc estomato response to salinity: physiological aspects. **Acta Agriculturae Scandinavica**. v.64, n.7, p. 559–571, 2014.

BOARI, F.; DONADIO, A.; PACE, B.; SCHIATTONE, M. I.; CANTORE, V. Kaolin improves salinity tolerance, water use efficiency and quality of tomato. **Agricultural Water Management**. v. 167.p. 29–37. 2016.

BOARI, F.; DONADIO, A.; SCHIATTONE, M.I.; CANTORE, V. Particle film technology: a supplemental tool to save water. **Agricultural Water Management**. v.147, p.154–162, 2015.

BRILLANTE, L.; BELFIORE, N.; GAIOTTI, F.; LOVAT, L.; SANSONE, L.; PONI, S.; TOMASI, D. Comparing Kaolin and Pinoleneto Improve Sustainable Grapevine Production during Drought. **PLoS ONE**. v. 11, n.6, 2016.

BURGESS, S. S. O.; ADAMS, M. A.; TURNER, N. C.; BEVERLY, C. R., ONG, C. K., KHAN, A. A. H., BLEBY, T. M. An improved heat pulse method to measure low and reverse rates of sap flow in woody plants. **Tree Physiology**, v. 21, p 589-598. 2001.

CAMPOSTRINI, E.; SCHAFFER, B.; RAMALHO, J. D.C.; GONZÁLEZ, J. C.; RODRIGUES, W. P.; SILVA, J. R.; LIMA, R. S.N. Environmental Factors Controlling Carbon Assimilation, Growth, and Yield of Papaya (*Carica papaya* L.)

Under Water-Scarcity Scenarios. **Water Scarcity And Sustainable Agriculture In Semiarid Environment**, p. 481-505, 2018.

CAMPOSTRINI, E., GLENN, D.M., YAMANISHI, O.K. Papaya: ecophysiology of growth and production. In: DaMatta, F. (Ed.), **Ecophysiology of Tropical Tree Crops. Nova Science Publishers**, New York, p.287-307, 2010.

CARNAÚBA, J.P.; SOBRAL, M.F.; FURTADO, D.C. de M.; SILVA, I.O.; SILVA, K.M. da M.; AMORIM, E.P. da R. *Phytophthora palmivora*, agente da podridão de raiz e frutos de mamoeiro no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, p.134-135, 2006.

CARNEIRO, C. E.; CRUZ, J. L. Caracterização anatômica de órgãos vegetativos do mamoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.3, p.918-921, 2009.

CARR, By M. K. V. The water relations and irrigation requirements of papaya (*Carica papaya* L.): a review. **Experimental Agriculture**, v. 50, n. 2, p. 270-283. 2013.

CARVALHO, C.; KIST, B. B.; BELING, R. R. **Anuário brasileiro da fruticultura 2018-2019** / CARVALHO, C.; KIST, B. B.; BELING, R. R. – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2019. 50 p.

CASTRO, P.R.C.; ANGELOCCI, L.R.; VIRGENS FILHO, A.C.; RIMAVESI, O.; REZENDE, M. A. Efeitos de produtos químicos na transpiração e no potencial da água de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg. cv. RRIM 600). **Planta daninha**, v. 7, n. 2, p. 37-47, 1984.

CINTRA, P. H. N; MELO, O. F. P de; MENEZES, J. O. S de; PADILHA, R. C.; REZENDE, A. G.; MATOS, E. dos R. Análise de fluorescência da clorofila a em mudas de cafeeiro sob estresse hídrico. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 27006-27014, 2020.

COELHO, E. F.; SILVA, A. J. P. da; MIRANDA, J. H. de. Definição do posicionamento de sensores para monitoramento da água no solo em bananeira

irrigada por diferentes sistemas de irrigação localizada. **Engenharia Agrícola** [online]. 2010, v. 30, n. 4

COELHO, E. F., OLIVEIRA, A. M. G. SILVA, J. G. F., COELHO FILHO, M. A., CRUZ, J. L. Irrigação e Fertirrigação na cultura do mamão. In: SOUZA, V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Org.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. 1ed., Brasília, 2011, p.442-472.

COELHO, E. F.; SANTOS, M. R.; COELHO FILHO, M. A. Distribuição de raízes de mamoeiro sob diferentes sistemas de irrigação localizada em latossolo de tabuleiros costeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p.175-178, 2005.

COSTA, J. M.; GRANT, O. M.; CHAVES, M. M. Thermography to explore plant–environment interactions. **Journal Of Experimental Botany**, v. 64, n. 13, p. 3937-3949, 2013.

EL-KHAWAGA, A. S. Response of Grand Naine banana plants grown under different soil moisture levels to antitranspirants application. *Asian Journal of Crop Science*, v. 5, n. 3, p. 238-250, 2013.

FONTES, R. V.; SANTOS, M. P.; FALQUETO, A. R.; SILVA, D. Atividade da redutase do nitrato e fluorescência da clorofila a em mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 251-254, 2008.

GARDNER, B. R; BLAD, B. L.; WATIS, D. G. Plant air temperature in dif!erenteally irrigated corn. **Agrlcultural Meteorology**, 25:207-217, 1981.

GATES, D. M. Transpiration and leaf temperature. **Annual Review Physiology**, v. 19, p. 211-238, 1968.

GLENN, D. M. Effect of highly processed calcined kaolin residues on apple water use efficiency. **Scientia Horticulturae**, v. 205. p.127-132, 2016.

GÓMEZ-BELLOT, M.; MORTES, P.; ORTUÑO, M.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. Daily photosynthesis, water relations, and ion concentrations of euonymus irrigated with treated wastewater. **HortScience**. V.49, p.1292–1297, 2014.

GUERRA, A. G., **Cultivo do mamão (*Carica papaya* L.)**. Volume 1. Clube de Autores (managed), 2020.

HARTER, F. S.; BARROS, E. Cálcio e silício na produção e qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n 1 p. 54 - 60, 2011.

IBGE. **Banco de Dados Agregados. Produção Agrícola Municipal**, 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/11985?localidade1=29&indicador=11986&localidade2=50>. Acesso em: 14 jul. 2021.

JONES, H. G. Application of Thermal Imaging and Infrared Sensing in Plant Physiology and Ecophysiology. **Advances In Botanical Research**, p. 107-163, 2004.

JONES, H. G.; STOLL, M.; SANTOS, T.; SOUSA, C.; CHAVES, M. M.; GRANT, O.M. Use of infrared thermography for monitoring stomatal closure in the field: application to grapevine. **Journal of Experimental Botany**. v. 53, p. 2249– 2260, 2002.

KHALEGHI, E.; ARZANI, K.; MOALLEMI, N.; BARZEGAR, M. The efficacy of kaolin particle film on oil quality indices of olive trees (*Olea europaea* L.) cv ‘Zard’ grown under warm and semi-arid region of Iran. **Food Chemistry**, v. 166, p. 35-41, 2015.

KIST, B. B.; CARVALHO, C.; BELING, R. R. Mamão. In: **Anuário Brasileiro de Horti & Fruti**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz 2021. 104 p.

LAL, N.; SAHU, N. Management Strategies of Sun Burn in Fruit Crops-A Review. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 6, n. 6, p. 1126-1138, 2017.

LEUZINGER, S.; VOGT, R.; KORNER, C. Tree surface temperature in an urban environment. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 150, p. 56-62, 2010.

LIMA, R. S. N.; FIGUEIREDO, F. A. M. M. A.; MARTINS, A. O.; DEUS, B. C. S.; FERRAZ, T. M.; GOMES, M. M. A.; SOUSA, E. F.; GLENN, D. M.; CAMPOSTRINI, E. Partial rootzone drying (PRD) and regulated deficit irrigation (RDI) effects on stomatal conductance, growth, photosynthetic capacity, and water-use efficiency of papaya. **Scientia Horticulturae**, v. 183, p. 13-22, 2015.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas**. Instituto Plantarum. São Paulo, SP. 2006. 640p.

MACHADO FILHO, J. A.; CAMPOSTRINI, E.; YAMANISHI, O. K.; FAGUNDES, J. R. Variação sazonal das trocas gasosas em folhas de mamoeiro cultivado em condições de campo. **Bragantia**, v. 65, n. 2, p. 185-196, 2006.

MEDEIROS, S. S.; CAVALCANTE, A. M. B.; MARIN, A. M. P.; TINÔCO, L. B. M.; SALCEDO, I. H.; PINTO, T. F. **Sinopse do censo demográfico para o semiárido brasileiro**. Campina Grande: INSA, 2012. 103p.

MOFTAH, A.E., AL-HUMAID, A.R.I. Effects of antitranspirants on water relations and photosynthetic rate of cultivated tropical plant (*Polianthes tuberosa* L.). **Polish Journal of Ecology**, v. 53, n. 20, p. 165–175, 2005.

NITZSCHE, P., BERKOWITZ, G.A., RABIN, J. Development of a seedling-applied antitranspirant formulation to enhance water status, growth, and yield of transplanted bell pepper. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v. 116, n. 3, p. 405–411, 1991.

NOVINSKI, CHARLES ORTIZ. Composição de micotoxinas e bromatologia de silagens de milho em silos de grande porte utilizando imagens em infravermelho. 85 f. **Dissertação** (Mestrado) - Curso de Nutrição Animal e Alimentação Animal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

OLIVEIRA, A. L. R.; CARNEIRO, V. S.; SILVA, S. M. C; NOGUEIRA, J. C. M; OLIVEIRA, R. G. L. Zoneamento edafoclimático da cultura do mamão. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, p. 957-965, 2012.

PADHI, J.; MISRA, R. K.; PAYERO, J. O. Estimation Of Soil Water Deficit In Na Irrigated Cotton Field With Infrared Thermography. **Field Crops Research**, n.126, p.45– 55, 2012.

PAMPONET, B. M.; OLIVEIRA, A. S.; MARINHO, L. B.; VELLAME, L. M.; PAZ, V. P. S. Efeitos das diferenças térmicas naturais na estimativa do fluxo de seiva pelo método de Granier em cacauero a pleno sol. **Irriga**, v. 1, n. 1 (edição especial), p. 120 - 132, 2012.

PAVAN, F. A.; CAMACHO, E. S.; LIMA, E. C.; DOTTO, G. L.; BRANCO, V. T. A.; DIAS, S. L. P. Formosa papaya seed powder (FPSP): Preparation, characterization and 40 application as an alternative adsorbent for the removal of crystal violet from aqueous phase. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 2, p. 230–238, 2014.

POSSE, R. P.; BERNARDO, S.; SOUSA, E. F. de; PEREIRA, M. G.; MONNERAT, P. H.; GOTTARDO, R. D. Relação entre a produtividade do mamoeiro e o déficit hídrico (ky) na região Norte Fluminense. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 13, n. 2, p. 158-164, 2009.

REIS, F.O.; CAMPOSTRINI, E. Trocas gasosas e eficiência fotoquímica potencial em mamoeiro do grupo 'formosa' cultivado em condição de campo. **Bragantia**, v. 67, n. 4, p. 815-822, 2008.

RIBEIRO, R. V.; DOS SANTOS, M. G.; SOUZA, G. M.; MACHADO, E. C.; DE OLIVEIRA, R. F.; ANGELOCCI, L. R.; PIMENTEL, C. Environmental effects on photosynthetic capacity of bean genotypes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 7, p. 615-623, 2004.

RIGOTTI, M. **Cultura do mamoeiro**. 2015. Disponível em:<
<https://docplayer.com.br/7045489-Cultura-do-mamoeiro-marcelorigotti.html>>.

Acesso em: 09 ago. 2019.

SHARMA, R. R.; REDDY, S. V. R.; DATTA, S. C. Particle films and their applications in horticultural crops. **Applied Clay Science**, v. 54, n. 68, p. 116–117, 2015.

SHELLIE, K.; GLENN, D. M. Wine Grape Response to Foliar Particle Film under Differing Levels of Preveraison Water Stress. **HORTSCIENCE**, v. 43, n. 5, p. 1392–1397, 2008.

SILVA, D. M.; SANTOS, K. T. dos; DUARTE, M. M. Eficiência fotoquímica em folhas do mamoeiro (*Carica papaya L.*) cv. Golden durante o estágio reprodutivo e caracterização da ontogenia dos frutos. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1066-1073, 2011.

SILVA, A. J. P. da; COELHO, E. F. Estimativa da percolação de água no solo por diferentes métodos usando TDR. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** [online], v. 38, n. 1, 2014.

SINGH, J.; GE, Y.; HEEREN, D. M.; WALTER-SHEA, E.; NEALE, C. M.U.; IRMAK, S.; WOLDT, W. E.; BAI, G.; BHATTI, S.; MAGUIRE, M. S. Interrelationships between water depletion and temperature differential in row crop canopies in a sub-humid climate. **Agricultural Water Management**, v. 256, p. 107061, 2021.

SOUZA, T. V.; SILVA PAZ, V. P.; COELHO, E. F.; PEREIRA, F. A. de C.; LEDO, C. A. da S. Crescimento e produtividade do mamoeiro fertirrigado com diferentes combinações de fontes nitrogenadas. **Irriga**, v. 12, n. 4, p. 563-574, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2017. 230p.

UDOMKUN, P.; NAGLE, M.; MAHAYOTHEE, B.; MÜLLER, J. Laser-based

WANG, D.; GARTUNG, J. Infrared canopy temperature of early-ripening peach trees 56 under postharvest deficit irrigation. **Agricultural Water Management**, v. 97, p. 1787-1794, 2010.

VELLAME, L. M.; COELHO, R. D.; TOLENTINO, J. B. Transpiração de plantas jovens de laranjeira “valência” sob porta-enxerto limão “cravo” e citrumelo “swingle” em dois tipos de solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 1, p. 024-032, 2012.

ZARCO-TEJADA, P. J.; GONZÁLEZ-DUGO, V.; BERNI, J. A. J. Fluorescence, temperature and narrow-band indices acquired from a UAV platform for water stress detection using a micro-hyperspectral imager and a thermal camera. **Remote Sensing Of Environment**, n. 117, p. 322–337, 2012.

**CAPÍTULO I - FISIOLOGIA E CRESCIMENTO DE MAMOEIRO SOB
APLICAÇÃO DE ANTITRANSPIRANTES FOLIARES EM DIFERENTES
CONCENTRAÇÕES**

FISIOLOGIA E CRESCIMENTO DE MAMOEIRO SOB APLICAÇÃO DE ANTITRANSPIRANTES FOLIARES EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES

RESUMO: Técnicas de redução de dispêndio da água podem ser exploradas para favorecer o aumento da eficiência de uso de água (EUA) da cultura por meio de incremento dos fotoassimilados em culturas agrícolas, dentre elas a utilização de antitranspirantes foliares tem se destacado. Neste sentido o objetivo deste trabalho é avaliar os efeitos dos antitranspirantes Caulim e Surround WP, com diferentes concentrações das caldas de pulverização, na temperatura foliar, trocas gasosas e nos parâmetros fotoquímicos da cultura do mamoeiro. A cultura do mamoeiro, Tainung 1, foi plantada em lisímetros de drenagem espaçados de 2,5 x 2,5 m. O sistema de irrigação foi por microjato difusor. O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Para as variáveis de crescimento e trocas gasosas (IRGA), adotou-se um esquema fatorial 2 x 3: dois tipos de antitranspirantes (Caulim e Surround WP) e três concentrações (0, 3 e 5%). A análise de variância mostrou que não houve efeito dos antitranspirantes, Caulim e Surround WP, e nem das diferentes concentrações destes sobre as taxas de crescimento absoluto das plantas. O horário em que foram feitas as avaliações de condutância estomática e temperatura foliar do mamoeiro influenciaram estas variáveis. As concentrações e os antitranspirantes não influenciaram a transpiração e a eficiência de utilização de água na cultura do mamoeiro. Apenas o período do dia (manhã e tarde) influenciou as variáveis de fluorescência da clorofila nas folhas do mamoeiro sob aplicação de diferentes concentrações de Caulim e Surround WP. A aplicação de Caulim e Surround WP, em diferentes concentrações, não influenciou as variáveis relacionadas ao processo de trocas gasosas bem como temperatura foliar e índice de clorofila nas folhas.

Palavras-chave: Mamão cv. Tainung 1, Surround WP, trocas gasosas, demanda atmosférica.

PHYSIOLOGY AND GROWTH OF PAPAYA UNDER APPLICATION OF LEAF ANTITRANSPIRING AND DIFFERENT CONCENTRATIONS

ABSTRACT: Techniques to reduce water expenditure can be explored to favor an increase in the water use efficiency (USA) of the crop through the increase of photoassimilates in agricultural crops, among them the use of foliar antiperspirants has stood out. In this sense, the objective of this work is to evaluate the effects of the antiperspirants Kaolin and Surround WP, with different concentrations of spray solutions, on leaf temperature, gas exchange and on the photochemical parameters of the papaya crop. The papaya crop, Tainung 1, was planted in drainage lysimeters spaced 2.5 x 2.5 m apart. The irrigation system was by diffuser microjet. The experiment followed a completely randomized design, with four replications. For the growth and gas exchange variables (IRGA), a 2 x 3 factorial scheme was adopted: two types of antiperspirants (Kaolin and Surround WP) and three concentrations (0, 3 and 5%). The analysis of variance showed that there was no effect of the antiperspirants, Kaolin and Surround WP, nor their different concentrations on the absolute growth rates of the plants. The time at which the stomatal conductance and leaf temperature assessments of the papaya were performed influenced these variables. Concentrations and antiperspirants did not influence the transpiration and water use efficiency of the papaya tree. Only the period of the day (morning and afternoon) influenced the chlorophyll fluorescence variables in papaya leaves under application of different concentrations of Kaolin and Surround WP. The application of Kaolin and Surround WP, at different concentrations, did not influence the variables related to the gas exchange process as well as leaf temperature and chlorophyll index in the leaves.

Keywords: Papaya cv. Tainung 1, Surround WP, gas exchange, atmospheric demand

1. INTRODUÇÃO

O mamão é cultivado em diversos países com grande importância econômica. Em 2019, foram cultivadas cerca de 462.552 ha em todo o mundo, destacando-se os maiores produtores a Índia com 6.050.000 t, Brasil com 1.161.808 t e México com 1.083.133 t (FAO, 2021). No Brasil os estados da Bahia e do Espírito Santo são os responsáveis pela maior produção e exportação, respectivamente (CARVALHO et al., 2019). No entanto, sua produção é limitada pelo déficit hídrico (POSSE et al., 2009).

Nos anos de 2015 e 2016, a oferta de mamão no Brasil foi significativamente reduzida por conta da falta de chuva e pela ocorrência de temperaturas elevadas (CARVALHO et al., 2019). Naturalmente, diversas regiões brasileiras, apresentam limitações edafoclimáticas para a sua produção sendo, principalmente, o Nordeste detentor de mais de 60% do território de clima semiárido (MEDEIROS et al., 2012). Segundo OLIVEIRA et al. (2012), temperaturas acima de 33 °C, mesmo com poucas ocorrências durante o ano limitam o crescimento e o desenvolvimento potencial da cultura do mamão. Entre as diversas cultivares de mamoeiro cultivadas no Brasil, a cv. Tainung 1 é de grande importância para o mercado consumidor interno. São plantas que apresentam, entre outras características, um crescimento rápido e contínuo com produção precoce, podendo iniciar o florescimento quatro meses após o plantio (CAMPOSTRINI et al., 2010; COELHO et al., 2011).

Fatores meteorológicos e ambientais como temperatura do ar, déficit de pressão de vapor do ar, intensidade de radiação solar e umidade do solo são fundamentais no funcionamento do mecanismo estomático do mamoeiro (RAMÍREZ et al., 2015; MACHADO FILHO et al., 2006). Como resposta imediata a estes fatores ocorre alteração na condutância estomática da folha, o que torna esta variável um excelente indicativo da condição fisiológica da planta (MACHADO FILHO et al., 2006).

Técnicas podem ser exploradas para favorecer o aumento da eficiência de uso de água (EUA) da cultura por meio de incremento dos fotoassimilados e redução da perda de água, alterando processos relacionados ao mecanismo de abertura e fechamento estomático. Um bom exemplo é o uso de antitranspirantes foliares que é uma técnica já usada em países que predomina o clima árido, onde há registros de aumento da EUA de até 49 % por conta da aplicação desses

produtos (EBRAHIEM-ASMAA, 2012). É possível reduzir as perdas de água pelas culturas, na forma de vapor, sem prejudicar as trocas gasosas usando antitranspirantes foliares. Principalmente, usando antitranspirantes refletivos cujo mecanismo de ação atua na reflexão de parte da radiação solar incidente no dossel foliar das culturas (ABD EL-KADER et al., 2006; LAL; SAHU, 2017). A radiação solar pode afetar a absorção da energia luminosa utilizada no processo da fotossíntese e a temperatura foliar.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos dos antitranspirantes Caulim e Surround WP, com diferentes concentrações das caldas de pulverização, na temperatura foliar, nas trocas gasosas e nos parâmetros fotoquímicos da cultura do mamoeiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e descrição da área experimental

O experimento foi realizado no setor de campo da Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizada na cidade de Cruz das Almas – BA (12°40'19" Sul e 39°06'23" Oeste, altitude média 220 m), cujo clima é classificado como tropical quente e úmido com média de 1.131,17 mm de chuva por ano (GUIMARÃES et al., 2017).

A cultura do mamoeiro, Tainung 1, foi plantada em lisímetros de drenagem espaçados de 2,5 x 2,5 m (Anexo 1). Os lisímetros foram construídos por recipientes de polietileno, com capacidade de 700 litros, com dimensões de 1,3 m de diâmetro e 0,70 m de profundidade. No fundo dos recipientes foi acoplado um sistema de drenagem com tubos de PVC, de 32 mm de diâmetro, perfurados e camadas de brita e areia por cima. Posteriormente foram preenchidos com solo de textura média, Latossolo Amarelo Distrocoeso, coletado nas profundidades de 0 – 0,20 m e 0,20 - 0,40 m (SANTOS et al., 2013) cujas propriedades químicas e físicas (EMBRAPA, 2011) estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado dos atributos químicos e físicos do solo, antes do plantio do mamoeiro nos lisímetros. Cruz das Almas – BA, 2019.

Atributos químicos												
PROF (m)	pH (água)	² P (mg dm ⁻³)	² K	³ Ca	³ Mg	³ Al	² Na	H+Al	SB	CTC	V %	MO g kg ⁻¹
			(cmol _c dm ⁻³)									
0,00-0,20	7,15	70	1,04	2,81	1,32	0,00	0,37	0,00	5,54	6,75	90	15,00
0,20-0,40	6,40	32	1,17	2,02	1,10	0,00	0,29	1,60	4,58	6,16	74	12,00

Atributos Físicos					
PROF (m)	Macro porosidade (%)	Micro porosidade (%)	Porosidade Total (%)	D _s (kg/dm ³)	A _D (%)
0,00 - 0,20	9,72	30,65	40,37	1,50	3,00
0,20 - 0,40	8,49	32,37	30,52	1,50	3,04

PROF = Profundidade; SB = soma de bases trocáveis; CTC = capacidade de troca de cátions; V = saturação por bases e MO = matéria orgânica. ²Extração por Mehlich¹; ³Extração com KCl 1M; ⁴Método de Walkley e Black modificado; DS = densidade do solo, AD = água disponível.

O sistema de irrigação foi por microjato difusor com uma linha lateral por fileira de plantas e apenas um emissor por planta, de vazão 45 L h⁻¹. A umidade do solo mantida na capacidade de campo com irrigação manejada com uma frequência de três dias. Sensores de TDR (Reflectometria no Domínio do Tempo) foram instalados entre a planta e o difusor a 0,15 m desse e na profundidade de 0,25 m (profundidade do sistema radicular efetiva entre 0,40 m e 0,50 m) para monitorar a umidade do solo (COELHO et al., 2012). A reposição de água, considerando o tempo e a lâmina a aplicar foi baseada na evapotranspiração da cultura em função da evapotranspiração de referência (ALLEN et al., 1998; KELLER; BLIESNER, 1990) considerando os coeficientes de localização conforme Fereres (1981).

A adubação foi realizada semanalmente usando cloreto de potássio e ureia conforme recomendações de Oliveira et al. (2009), aplicados por fertirrigação.

2.2 Delineamento experimental

O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Para as variáveis de crescimento e trocas gasosas (IRGA),

adotou-se um esquema fatorial 2 x 3: dois tipos de antitranspirantes (Caulim e Surround WP) e três concentrações (0, 3 e 5%). Para as variáveis que foram avaliadas ao longo do tempo, adotou-se um esquema em parcela sub subdividida, considerando na parcela os dias após o plantio ou os horários em que foram feitas as avaliações. Na subparcela foram considerados os antitranspirantes (Caulim e Surround WP) e na sub subparcela as concentrações (0, 3 e 5%).

2.3 Descrição e aplicação dos tratamentos

O experimento ocorreu na fase de produção quando as plantas de mamoeiro apresentavam flores e frutos, simultaneamente. Ou seja, as avaliações foram feitas nos meses de janeiro a março de 2020, período correspondente aos 180 a 244 dias após o plantio (DAP) (Figura 1). A aplicação dos tratamentos foi feita aos 175 DAP e, por causa da ocorrência de chuva, aos 207 e 230 DAP.

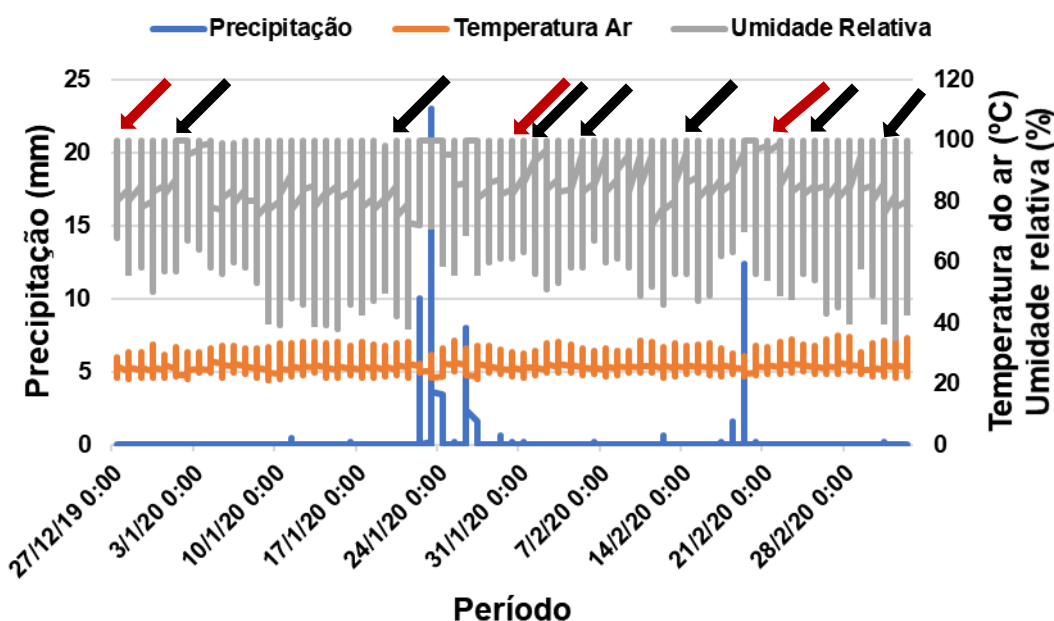


Figura 1. Variáveis meteorológicas referentes ao período de realização do experimento. As setas na cor vermelha indicam o dia da aplicação dos tratamentos. As setas na cor preta indicam os períodos de avaliação das plantas.

Os tratamentos consistiram na aplicação de caldas de pulverização foliar, dos produtos Caulim e Surround WP, nas concentrações de 0, 3 e 5%. Os antitranspirantes utilizados foram do tipo refletores. O Surround WP é um produto

industrializado, composto por 95% de caulim e 5% de material inerte. É um pó molhável (wetttable powder; WP), atóxico e de excelente alvura. O Caulim é o argilomineral primário, apenas beneficiado, para ser fornecido para as indústrias. O Caulim utilizado neste trabalho foi de malha 500, o que significa dizer que foi passado por peneira de 500 mesh. Isso influencia na pureza e brancura do produto, tornando-o de melhor qualidade em comparação ao caulim beneficiado sem passar na peneira de 500 mesh (MEYER et al., 2016).

A calda para pulverização foliar foi preparada de acordo com a concentração correspondente a cada tratamento, pesando-se a massa necessária dos produtos em balança semi analítica e adicionando no volume de água determinado. A água utilizada foi de abastecimento. A pulverização da copa das plantas foi realizada com auxílio de pulverizador costal, com capacidade para 20 L. As folhas foram pulverizadas na parte superior até o ponto de escorrimento da calda para garantir uniformidade de distribuição nas mesmas. Para melhor fixação do Caulim nas folhas foi utilizado adesivo agrícola (Adesil), de acordo com as recomendações do fabricante, sendo 1 mL do produto para cada 3 L de calda.

2.4 Coleta e processamento de dados

No período de avaliação foram feitas duas coletas de dados biométricos, aos 180 e 210 DAP. Foram medidos a altura da planta, do solo até a inserção das folhas mais novas, com uma trena; o diâmetro do caule, a 0,2 m acima do solo, com uma fita métrica; e o comprimento da nervura central de todas as folhas do mamoeiro, com uma fita métrica. A área foliar foi estimada de acordo com a equação 1 (CAMPOSTRINI; YAMANISH, 2001).

$$\text{LogAF} = 0,315 + 1,85 * \text{LogNCF} \quad (1)$$

Em que:

AF é a área foliar (m²) e NCF é o comprimento da nervura central da folha (m).

Foram calculadas as taxas de crescimento absoluto para a altura (TCAALT), o diâmetro do caule (TCADIA) e a área foliar (TCAAF) do mamoeiro no período de avaliação.

Para todas as avaliações foram selecionadas as folhas localizadas no terço médio da copa, completamente expandidas e crescidas a pleno sol (REIS; CAMPOSTRINI, 2008). Em nenhum momento das avaliações foi retirada a película de filme de partículas formada pelos antitranspirantes na superfície das folhas.

Foram medidas a condutância estomática (*gs*) da folha com uso de um porômetro, modelo SC-1 da Decagon (Anexo 2). Essas medidas foram feitas aos 189, 190, 201, 203, 214, 222, 223 e 232 DAP, das 14:00 às 15:00 horas por conta da ocorrência da máxima temperatura diária. Essas variáveis também foram medidas ao longo do dia (08:00, 09:00, 11:00, 12:00, 14:00, e 16:00 horas), aos 201 DAP. O DPV do ar correspondente aos horários de avaliação foram 0,05, 0,13, 0,35, 1,10, 1,70, 2,08 e 2,72 kPa, respectivamente.

As variáveis meteorológicas foram obtidas nos dados da estação automática de Cruz das Almas – BA, pelo site do INMET, referentes ao momento de cada avaliação (ARANTES et al., 2016). Posteriormente, o déficit de pressão de vapor do ar foi calculado usando as equações 2 e 3 (JONES, 1992):

$$DPV_{ar} = 0,6113e^t * \left(1 - \frac{UR}{100}\right) \quad (2)$$

Em que:

DPV ar é o déficit de pressão de vapor do ar (kPa); UR é a umidade relativa do ar (%) e t é um parâmetro adimensional calculado pela equação 3.

$$t = 17,502 * \frac{T_{ar}}{240,97 + T_{ar}} \quad (3)$$

Em que:

T_{ar} é a temperatura do ar no momento da avaliação (°C).

Para medir a temperatura das folhas do mamoeiro (TF) foi utilizado a técnica de termometria infravermelho. Ou seja, foi usado um termômetro de infravermelho, posicionado a uma distância de 0,1 m da folha para diminuir as interferências ambientais sobre a leitura.

As trocas gasosas foram medidas, aos 239 DAP, com um analisador de gás infravermelho IRGA (LCI System, ADC, Hoddesdon). Foram determinadas a temperatura foliar (T_{fo} ; °C), a condutância estomática (g_s ; $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) a transpiração (E ; $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a assimilação de CO_2 (A ; $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência do uso da água (A/E), e concentração interna de CO_2 (C_i ; $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$) nas folhas do terço médio do dossel do mamoeiro. Estas medidas aconteceram às 14:00 horas com um DPV ar de 2,02 kPa.

Um portátil fluorômetro modulado OS5p (Opti-Sciences, Hudson, USA) foi utilizado para medir as variáveis da fluorescência da clorofila a. Estas avaliações foram realizadas aos 234 DAP, entre 08:00 e 10:00 horas da manhã e entre 14:00 e 16:00 horas da tarde. Nestes horários de avaliação a radiação solar registrada na estação automática foi de 1.457,9 e 2.338 kJ m^{-2} , respectivamente. E o DPV ar foi de 1,17 e 2,37 kPa, respectivamente. Também ocorreram avaliações aos 214 e 224 DAP, entre às 08:00 e 10:00 horas da manhã, quando a radiação solar foi de 1.573,7 e 1678,7 kJ m^{-2} , respectivamente. Sendo os respectivos DPV ar 0,60 e 0,74 kPa. Nas mesmas folhas em que foram medidas as trocas gasosas foram medidos o rendimento quântico potencial do fotossistema II (F_v/F_m), o rendimento quântico efetivo do fluxo de elétrons no fotossistema II (Y) e a taxa de transporte de elétrons (ETR).

Foram estimados o rendimento quântico da dissipação regulada de energia não-fotoquímica no fotossistema II (YNPQ) e o rendimento quântico da dissipação não-regulada de energia não-fotoquímica no fotossistema II (YNO) de acordo com Kramer et al. (2004) and Klughammer & Schreiber (2008), seguindo as equações 4 e 5:

$$YNPQ = \left(\frac{F_s}{F_{ms}} \right) - \left(\frac{F_s}{F_m} \right) \quad (4)$$

$$YNO = \left(\frac{F_s}{F_m} \right) \quad (5)$$

Em que:

F_m é a fluorescência máxima obtida com um pulso de 0,8 s de luz actínica saturante ($> 6.000 \mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$); F_s é a fluorescência constante; e F_{ms} é a fluorescência máxima adaptada a luz.

Com um equipamento portátil medidor de clorofila, modelo SPAD-502 “Soil Plant Analyser Development” (Minolta, Japão), foi determinado o índice de clorofila foliar (ICF; adimensional). Essas medidas foram feitas nas mesmas folhas e logo após as avaliações de fluorescência e trocas gasosas.

2.4 Análises dos dados

Os valores obtidos em função dos tratamentos foram submetidos a análise de variância e constatado efeito da fonte de variação nas variáveis dependentes, as médias dessas foram comparadas mediante aplicação do teste de Tukey (5% de probabilidade) para as variáveis qualitativas e análise de regressão para as variáveis quantitativas, utilizando-se o software Sisvar (FERREIRA, 2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Taxa de crescimento absoluto do mamoeiro

A análise de variância mostrou que não houve efeito dos antitranspirantes Caulim e Surround WP em das diferentes concentrações sobre as taxas de crescimento absoluto da área foliar, da altura e do diâmetro do caule do mamoeiro.

A taxa de crescimento absoluto expressa a variação da variável analisada entre duas amostras ao longo de um determinado período. Na Figura 2 são apresentados os dados da taxa de crescimento absoluto para a área foliar, altura de planta e diâmetro do caule. A taxa de crescimento absoluto para a área foliar (TCAAF) do mamoeiro teve uma maior variação nas plantas pulverizadas com Surround WP em relação as plantas pulverizadas com Caulim (Figura 2 A, 2 B). A TCAAF apresentou os menores valores para os limites mínimo e máximo, sendo 0,14 e 0,39 mm dia⁻¹, em mamoeiro pulverizado com Caulim a 5 %. A variação na taxa de crescimento absoluto da altura (TCAALT) do mamoeiro foi maior para as plantas pulverizadas com Surround WP (Figura 2 C, 2 D). A menor amplitude dos dados foi observada para o diâmetro do caule (TCADIA) que variou entre 1,27 e 1,32 mm dia⁻¹ (Figuras 2 E, 2 F). Esses resultados foram inferiores aos apresentados por Santos et al. (2021), para o mamoeiro Tainung 1, sendo as taxas de crescimento em altura na faixa de 7 a 10 mm dia⁻¹ e em

diâmetro do caule na faixa de 1,1 e 1,9 mm dia⁻¹. Provavelmente porque Santos et al. (2021) avaliaram o crescimento das plantas desde a fase vegetativa até a fase de produção. Esses autores registraram uma relação positiva entre as taxas de crescimento e a produtividade da cultura.

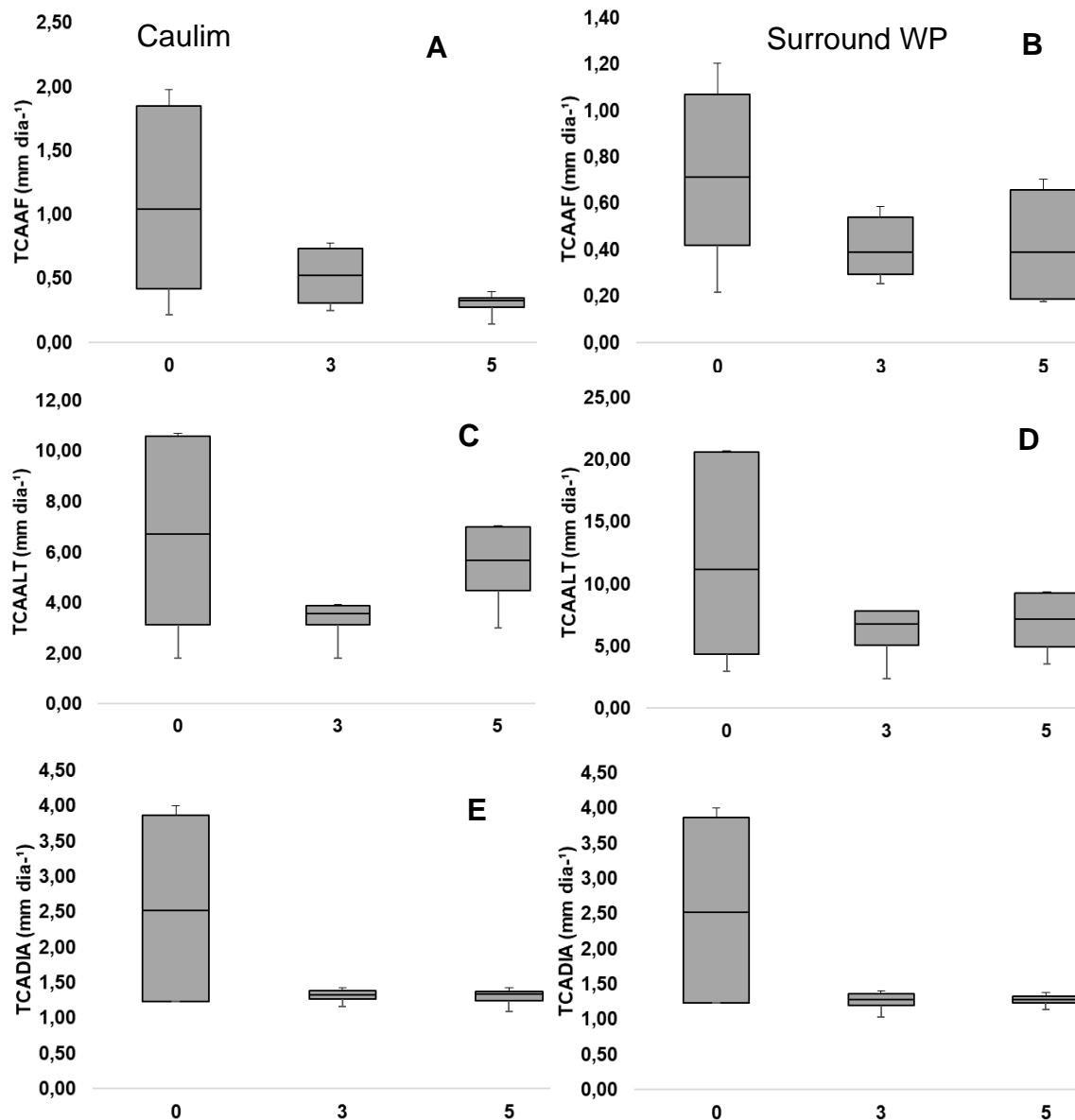


Figura 2. Boxplot para taxa de crescimento absoluto (mm dia⁻¹), em um período de trinta dias, da área foliar (TCAAF) do mamoeiro, cv. Tainung 1, pulverizado com diferentes concentrações de Caulim (A) e Surround WP (B); da altura (TCAALT) do mamoeiro, cv. Tainung 1, pulverizado com diferentes concentrações de Caulim (C) e Surround WP (D); e do diâmetro do caule (TCADIA) do mamoeiro, cv. Tainung 1, pulverizado com diferentes concentrações de Caulim (E) e Surround WP (F).

Coelho et al (2011), verificaram crescimento rápido e contínuo da área foliar do mamoeiro Tainung 1, na região dos Tabuleiros Costeiros do Recôncavo, até os 370 DAP quando começa a diminuir.

A aplicação de antitranspirantes foliares não foi capaz de interferir na taxa de crescimento absoluto do mamoeiro, o que pode ser justificado pelo curto período avaliado. Porém, o incremento de massa observado na área foliar, altura, diâmetro do caule das plantas pode ser considerado um indicativo de bom desenvolvimento e produção da cultura nessas condições de cultivo (COELHO et al., 2011).

3.2 Condutância estomática e temperatura foliar do mamoeiro

A condutância estomática do mamoeiro, analisada ao longo do dia, não foi influenciada pelo uso de antitranspirantes foliares em diferentes concentrações. Entretanto, as plantas sem aplicação dos antitranspirantes foliares (0 %) apresentaram valores mais elevados de condutância estomática, como pode ser observado na Figura 3 A. A temperatura foliar (TF) do mamoeiro, medida por termometria infravermelho, também não foi influenciada pelos diferentes tratamentos em estudo. No entanto, é possível observar os valores de temperatura foliar mais elevados para as plantas sem aplicação de antitranspirantes foliares (0%) (Figura 3 B). A temperatura foliar das plantas sem aplicação de antitranspirantes foliares (0%) se diferenciou significativamente entre os horários de avaliação, sendo máxima às 13,06 horas com 34,14 °C (Figura 3 B). Steiman et al. (2007) observaram que a temperatura do cafeeiro reduziu de 32,6 para 29,4 °C quando utilizou o Surround WP.

De acordo com a Figura 3 A, a condutância estomática das plantas sem aplicação de antitranspirantes foliares não aumenta com a redução da temperatura foliar que ocorre a partir das 13,06 horas (Figura 3 B). Provavelmente, este comportamento tenha sido uma resposta a variação de DPV do ar, o qual aumentou ao decorrer dos horários de avaliação com valores de 0,05, 0,13, 0,35, 1,10, 1,70, 2,08 e 2,72 kPa, respectivamente. A condutância estomática do mamoeiro, pulverizado com antitranspirantes foliares na concentração de 3 %, foi mais elevada às 11, 34 horas com 385,72 mmol m⁻² s⁻¹. Demonstrando, assim, um comportamento inverso em relação a condutância estomática das plantas pulverizadas com a concentração de 5 %. Mesmo não

havendo significância estatística, de maneira geral, o mamoeiro sob condições de formação de filme de partículas sobre a superfície das folhas apresentou condutância estomática e temperatura foliar inferiores em relação aos mesmos parâmetros do mamoeiro sem aplicação de antitranspirantes foliares.

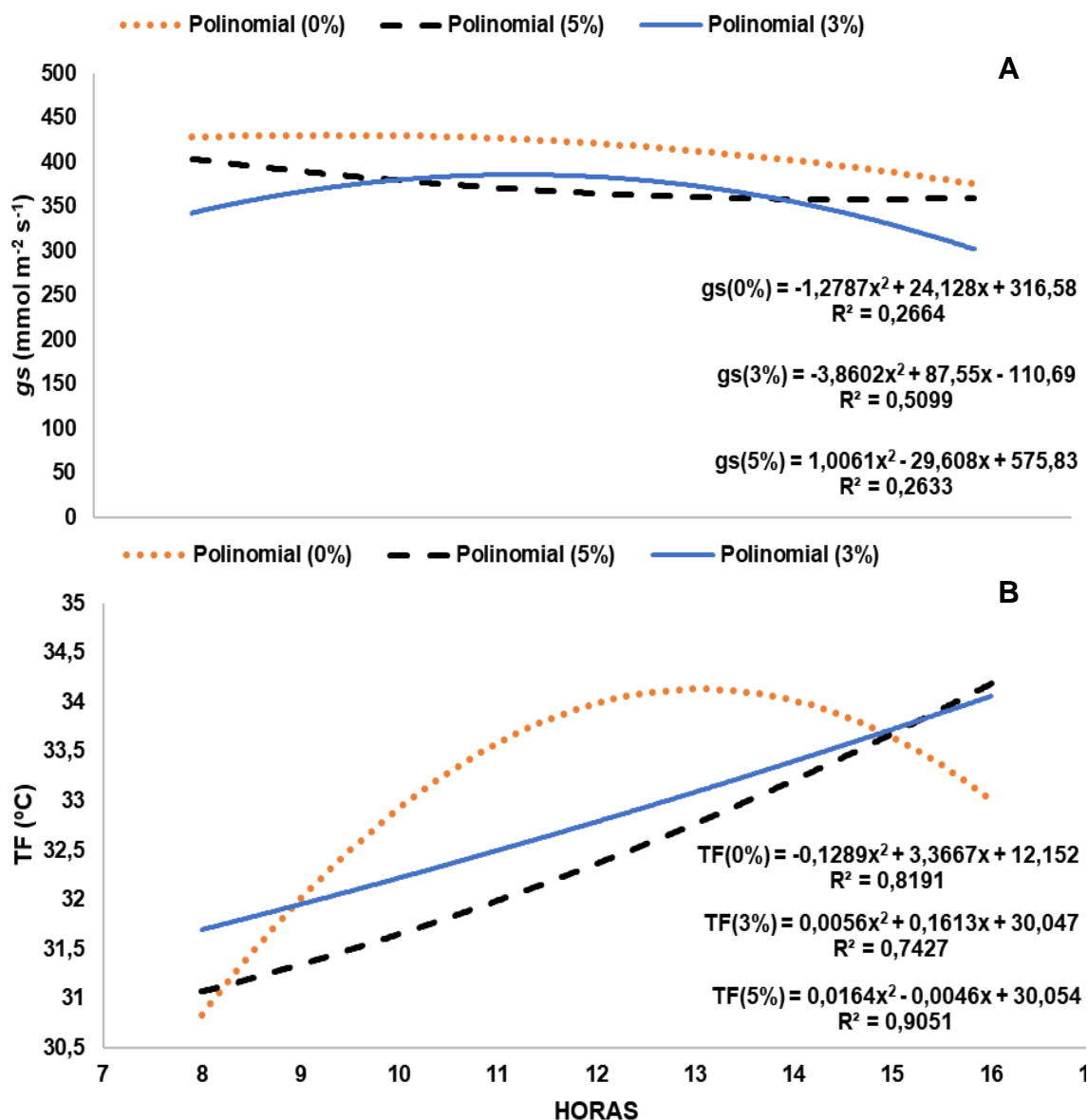


Figura 3. Condutância estomática - gs (A) e temperatura foliar - TF (B) do mamoeiro, pulverizado com Caulim e Surround WP, ao longo dos 201 DAP.

A condutância estomática do mamoeiro, cv. Tainung 1, diferiu significativamente entre os DPV do ar. A condutância estomática das plantas pulverizadas com antitranspirantes foliares, na concentração de 5 %, foi máxima com $403,14 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ quando o DPV do ar foi $2,04 \text{ kPa}$ (Figura 4). A condutância estomática máxima das plantas pulverizadas com antitranspirantes foliares, na concentração de 3 %, foi $370,66 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ quando o DPV do ar

foi 2,00 kPa. E para as plantas sem aplicação de antitranspirantes foliares a condutância estomática máxima ocorreu quando o DPV do ar foi 2,02 kPa, sendo 399,2 mmol m⁻² s⁻¹ (Figura 4).

É reportado na literatura que o uso de antitranspirantes, a base de caulim, podem obstruir os estômatos das folhas podendo reduzir sua transpiração (HARTER; BARROS, 2011; TAIZ; ZEIGER, 2017), o que não foi observado nesse trabalho. Isso pode ter ocorrido por causa da anatomia da folha do mamoeiro, a qual é classificada como hipoestomática com a maioria dos estômatos presentes na face abaxial (CARNEIRO; CRUZ, 2009) enquanto, o antitranspirante é aplicado na face adaxial da folha.

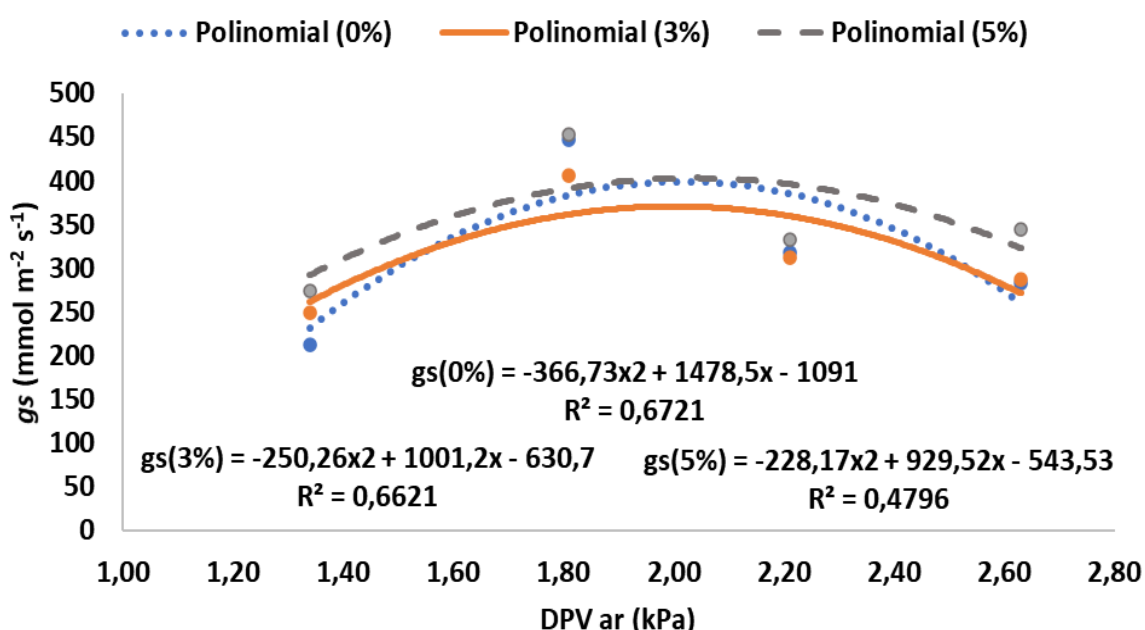


Figura 4. Condutância estomática (gs) do mamoeiro em função do DPV ar, as 14:00 horas, aos 189, 190, 201, 203, 214, 222, 223 e 232 DAP.

A temperatura da folha do mamoeiro, cv Tainung, pulverizado com Caulim e Surround WP, em diferentes concentrações, não diferiu em função dos tratamentos recebidos. Contudo, apresentou diferença significativa em relação ao DPV do ar (Figura 5). A temperatura foliar do mamoeiro pulverizado com antitranspirantes foliares, na concentração de 5 %, diminuiu de 39,52 para 32,23 °C enquanto o DPV do ar aumentou de 1,34 para 2,02 kPa, respectivamente. Esse comportamento foi semelhante para as plantas pulverizadas com antitranspirantes foliares, na concentração de 3 %, em que a temperatura foliar diminuiu de 40,2 para 32,9 °C estando o DPV do ar aumentando de 1,34 para 2,03 kPa. Estes resultados também foram bem próximos dos valores

apresentados pelas plantas sem aplicação de antitranspirantes foliares, em que a temperatura foliar diminuiu de 39,9 para 32,87 °C e o DPV do ar aumentou de 1,34 para 2,04 kPa, respectivamente. A partir desses valores de DPV do ar a temperatura foliar passou a aumentar apresentando valores de 36,53, 38,31 e 37,58 °C para o DPV do ar de 2,63 kPa (Figura 5). Reis e Campostrini (2011) verificaram uma temperatura foliar do mamoeiro próxima de 37 °C, na época mais quente do ano quando o DPV do ar foi de 1,0 kPa. Isso para plantas não irrigadas sobre a copa, representando a condição de cultivo sem a estratégia (irrigação sobre a copa) utilizada pelos autores para amenizar o aquecimento das folhas.

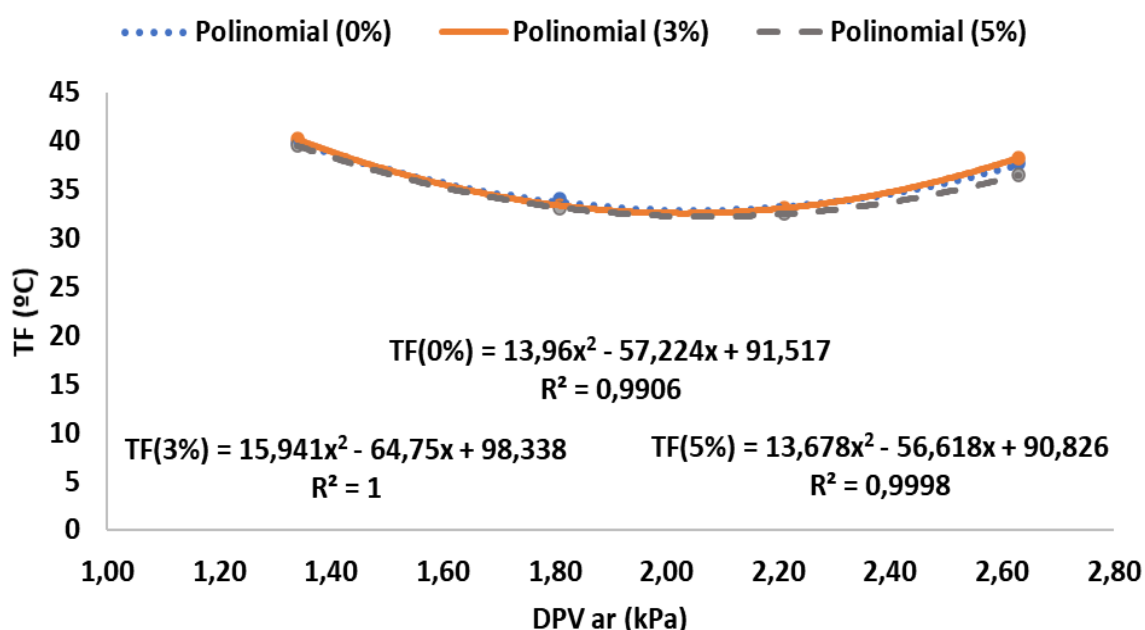


Figura 5. Temperatura foliar (TF) do mamoeiro em função do DPV ar, as 14:00 horas, aos 189, 190, 201, 203, 214, 222, 223 e 232 DAP.

3.3 Trocas gasosas, temperatura e índice de clorofila foliar

Conforme apresentado na Tabela 2, os antitranspirantes e as concentrações não foram significativos ($p > 0,05$) para as variáveis temperatura foliar (Tfo), condutância estomática (Gs), transpiração (E), fotossíntese (A), eficiência do uso da água (A/E), índice de clorofila foliar (ICF) e concentração interna de CO₂ (Ci) com média 37,51°C, 140,83 mmol m⁻² s⁻¹, 9,68 mmol H₂O m⁻² s⁻¹, 13,16 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹, 2,67 μmol CO₂ mmol⁻¹ H₂O⁻¹, 23,25, 259,5 μmol CO₂ mol⁻¹, respectivamente.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para temperatura foliar (Tfo), condutância estomática (Gs), transpiração (E), fotossíntese (A), eficiência do uso da água (A/E), índice de clorofila foliar (ICF) e concentração interna de CO₂ (CI) nas folhas do mamoeiro.

FV	GL	Quadrado médio						
		Tfo	Gs	E	A	A/E	CI	ICF
AN	1	0,135 ^{ns}	1666,67 ^{ns}	0,380 ^{ns}	0,020 ^{ns}	0,08 ^{ns}	135,4 ^{ns}	14,11 ^{ns}
CON	2	0,080 ^{ns}	1379,17 ^{ns}	0,620 ^{ns}	10,36 ^{ns}	0,06 ^{ns}	375,1 ^{ns}	80,93 ^{ns}
AN x CON	2	0,045 ^{ns}	5929,17 ^{ns}	1,702 ^{ns}	2,870 ^{ns}	0,04 ^{ns}	418,9 ^{ns}	10,19 ^{ns}
Resíduo	18	0,206	2747,22	0,622	4,850	0,55	1526,1	25,90
Média geral		37,51	140,83	3,01	7,75	2,67	259,5	23,25
CV (%)		0,59	19,74	9,68	13,16	10,85	7,29	10,26

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; AN = antitranspirantes (Caulim e Surround WP); CON = concentração de Caulim e Surround WP na calda de pulverização; ^{ns} não significativo.

Esses valores foram menores que os apresentados por Reis e Campostrini (2008) quando verificaram assimilação de CO₂ (A) de 14 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, para a cultura do mamoeiro, as 14:00 horas do dia. Steiman et al. (2007) observaram incremento na assimilação de CO₂ de 7 para 11 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ CO₂ nas plantas de cafeeiro pulverizadas com Surround WP. Reis e Campostrini (2008), observaram valores de ICF no mamoeiro entre 45 e 55.

Uma possível explicação para a não significância entre os tratamentos, do presente estudo, pode estar relacionado as condições de demanda atmosférica em termos de temperatura do ar e déficit de pressão de vapor que, no momento da avaliação, não foi suficiente para interferem as trocas gasosas (AMORIM et al 2011; PEÇANHA, 2007). Outra possibilidade se refere as concentrações de antitranspirante utilizadas podendo sugerir um aumento das percentagens (JIFON; SYVERTSEN, 2003; STEIMAN et al., 2007).

Os valores médios da assimilação de CO₂ foram relacionados com os valores médios da transpiração (Figura 6), ajustando-se ao modelo linear com $R^2=0,653$. Essa correlação mostrou o incremento de fotoassimilados em função das trocas gasosas mesmo com a perda de água na forma de vapor. É um processo necessário para a assimilação do CO₂. Assim, a transpiração incrementou 86,18% a fotossíntese a cada $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$

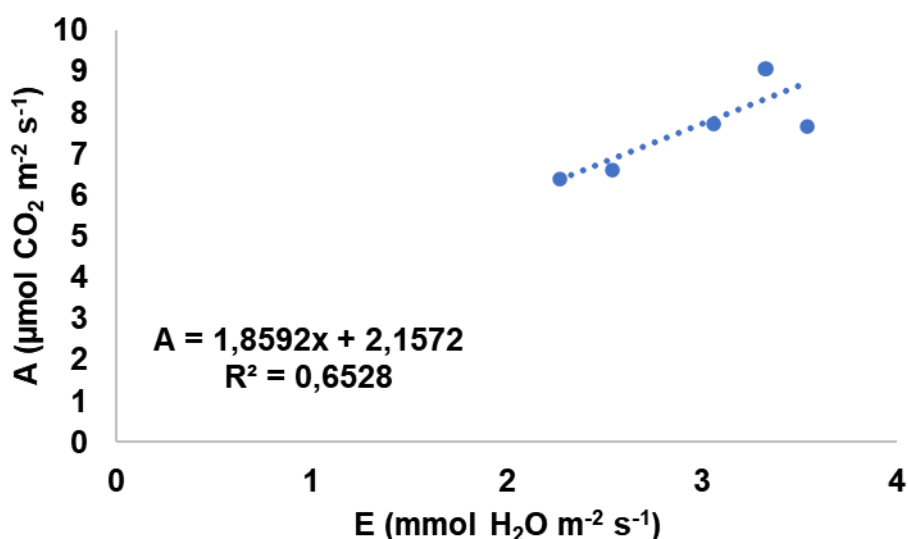


Figura 6. Correlação entre a assimilação de CO₂ (A) e a transpiração (E) do mamoeiro, avaliadas aos 239 DAP.

3.4 Fluorescência da clorofila do mamoeiro

Os antitranspirantes foliares, em diferentes concentrações, não tiveram efeito sobre os parâmetros de fluorescência da clorofila a para a cultura do mamoeiro, cv. Tainung 1. No entanto, esses parâmetros diferiram entre os períodos da manhã e da tarde ($p < 0,05$), como pode ser observado na Figura 8.

O rendimento quântico potencial do fotossistema II (Fv/Fm) tem sido utilizado para avaliar as perturbações ocasionadas no sistema fotossintético (FONTES et al., 2008). Para as plantas de mamoeiro essa variável apenas observou diferença significativa do período da manhã e tarde, com incremento de 2,95 e 2,19 % para as plantas que receberam os antitranspirantes Caulim e Surround WP, respectivamente. No entanto, observa-se que para ambos os períodos os valores foram superiores a 0,756 e apenas valores menores que 0,725, segundo Critchley (1998), pode ser um indicativo de fotoinibição. Os valores de Fv/Fm no presente estudo foram superiores aos observados por Fontes et al. (2008) para a mesma cv. Tainung 1 que observaram valores de 0,699 aos 18 meses após plantio sob condições de campo.

Para as variáveis dos rendimentos das vias competitivas de desexcitação da energia absorvida no FSII no mamoeiro foram observadas diferenças significativas apenas para o período da manhã e tarde (Figura 7 B, 7 C e 7 D). Para o rendimento quântico efetivo (Y), observou-se que a avaliação do período da manhã e tarde, a redução foi de 5,12 e 6,71 % para as plantas que receberam os antitranspirantes Caulim e Surround WP, respectivamente (Figura 8B). Entretanto, para o rendimento quântico da dissipação regulada de energia não-fotoquímica (YNPQ) e o rendimento quântico da dissipação não-regulada de energia não-fotoquímica (YNO), observou-se aumento de 54,4 e 70,73 % para Caulim e 57,31 e 75,72 % para o Surround WP, respectivamente, ao comparar manhã e tarde (Figura 7 C e 7 D).

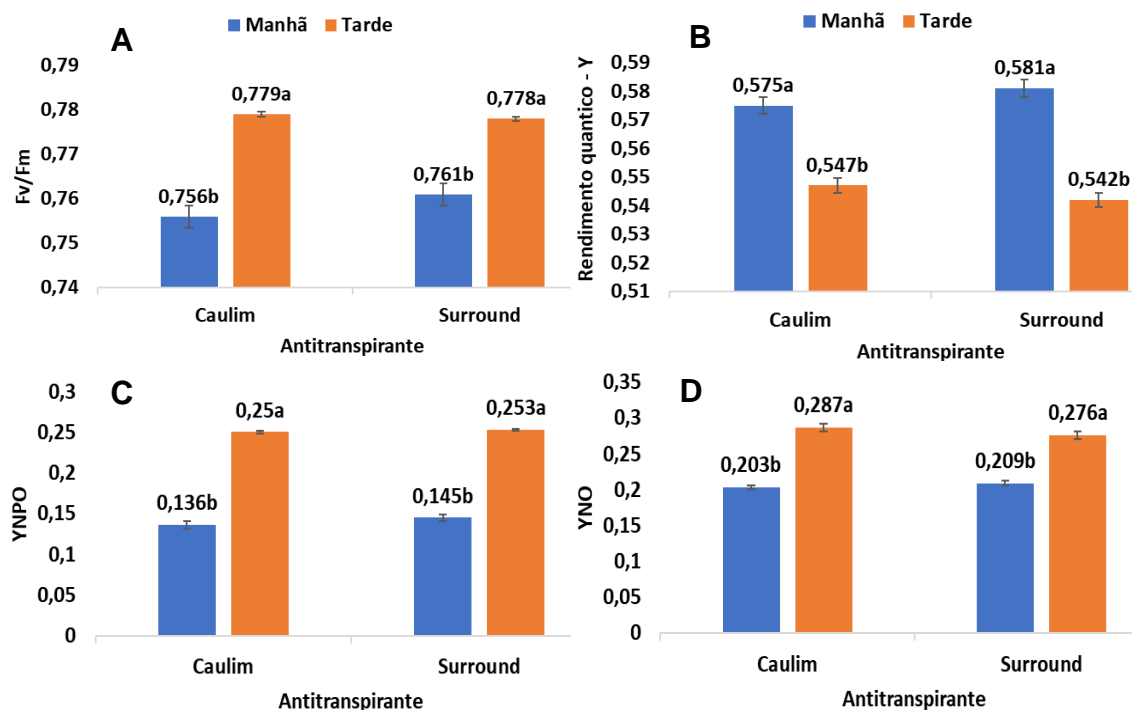


Figura 7. Rendimento quântico potencial - Fv/Fm (A), rendimento quântico efetivo do FSII - Y (B), rendimento quântico da dissipação regulada de energia não-fotoquímica no fotossistema II - YNPQ (C) e o rendimento quântico da dissipação não-regulada de energia não-fotoquímica no fotossistema II - YNO (D) do mamoeiro cv. Tainung 1, aos 214 DAP no período da manhã e da tarde.

A redução do Y no período da tarde pode ser indicativo da redução na atividade fotossintética nesse período, pois conforme Netto et al. (2005) a capacidade dos elétrons serem removidos é o principal fator que determina a eficiência quântica da quinona receptora do PSII, estando diretamente relacionado com a taxa de consumo de ATP e NADPH, que são produtos resultantes do transporte de elétrons na fotossíntese. Entretanto, os valores mesmo diferindo com o período do dia, se mantiveram dentro das faixas consideradas adequadas. Logo, podemos afirmar que não houve fotoinibição (CRITCHLEY, 1998) ou nenhum dano associado ao estresse luminoso no PSII, sugerindo conforme Silva et al. (2011) estando as plantas em condições adequadas de intensidade de radiação fotossintética.

Os maiores valores observados de YNPQ e YNO (dissipação fotoquímica regulada e não regulada, respectivamente) encontradas no período da tarde,

quando a radiação solar foi 2338 kJ m^{-2} , indica que as plantas apresentaram uma maior perda de energia, em relação ao período da manhã, constatado pela redução do YII. Entre as formas de dissipação de energia pode ter sido dissipada de maneira não controlada no PSII, na forma de calor e pode induzir à fotoinibição (BAZIHIZINA et al., 2015). Resultados que foram constatados nas plantas de mamão que apresentaram maiores valores de YNO.

A fotoinibição tem sido indicada como uma estratégia de fotoproteção contra altas irradiâncias (OSMOND, 1994). O mesmo comportamento acontece para a variável YNPQ (rendimento quântico da dissipação regulada de energia não-fotoquímica no fotossistema II), em que os elevados valores no período da tarde indicam alta capacidade fotoprotetora (SACRAMENTO et al., 2018).

O rendimento quântico efetivo (Y) também foi significativamente diferente entre os DAP ($p < 0,01$), sendo maior aos 234 DAP com média 0,578 (Figura 8). Entretanto, o DAP não influenciou o Fv/Fm ($p > 0,05$) que se manteve em uma faixa de 0,748 a 0,764. O rendimento quântico da dissipação regulada de energia não-fotoquímica foi maior aos 214 e 224 DAP, com valor médio de 0,237 e 0,214, respectivamente. Enquanto o rendimento quântico da dissipação não-regulada de energia não-fotoquímica foi maior aos 234 DAP, apresentando valor médio de 0,283 (Figura 8). A justificativa mais plausível são as diferentes características apresentadas em cada DAP, em termos de demanda atmosférica e radiação solar que podem interferir no mecanismo estomático e nos processos fotoquímicos da cultura. A radiação solar aos 214, 224 e 234 DAP foi de 1.573,7, 1678,7 e 1.457,9 kJ m^{-2} , respectivamente. E os respectivos valores de DPV ar sendo 0,60, 0,74 e 1,17 kPa.

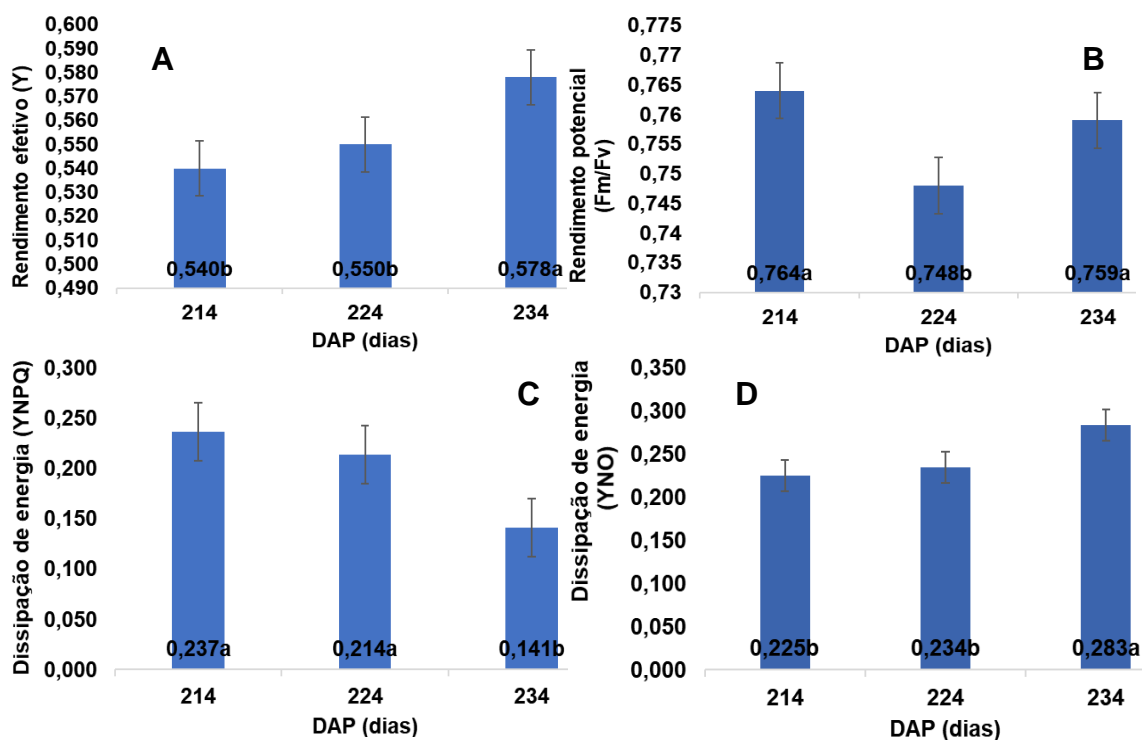


Figura 8. Rendimento quântico potencial (A), rendimento quântico efetivo (B), rendimento quântico da dissipação regulada de energia não-fotoquímica (C) e o rendimento quântico da dissipação não-regulada de energia não-fotoquímica (D). Aos 214, 224 e 234 dias após o plantio do mamoeiro, cv. Tainung1.

Com exceção das plantas pulverizadas com a concentração de 3%, a taxa de transporte de elétrons foi menor no período da tarde, como pode ser observado na Figura 9. A ETR média, nas folhas das plantas não pulverizadas, foi 214,7 pela manhã e 200,4 pela tarde. Nas folhas das plantas pulverizadas com a concentração de 5%, a ETR foi 205,61 no período da manhã e 190,48 no período da tarde. Esse resultado mostra um atrelamento entre a taxa de transporte de elétrons e o rendimento quântico efetivo do fluxo de elétrons no PSII, que também foi maior no período da manhã. A análise da fluorescência vem sendo largamente utilizada no entendimento dos mecanismos fotossintéticos sob algum estresse, sendo uma ferramenta capaz de identificar rapidamente as injúrias causadas ao aparelho fotossintético (MAXWELL; JOHNSON, 2000). Conforme Belapart et al. (2013) a redução na dissipação da energia pelo processo fotoquímico é refletida por incremento correspondente na fluorescência. Dessa forma, pode-se inferir que a aplicação do Caulim e

Surround WP, nas diferentes concentrações, não prejudicou o aparato fotossintético.

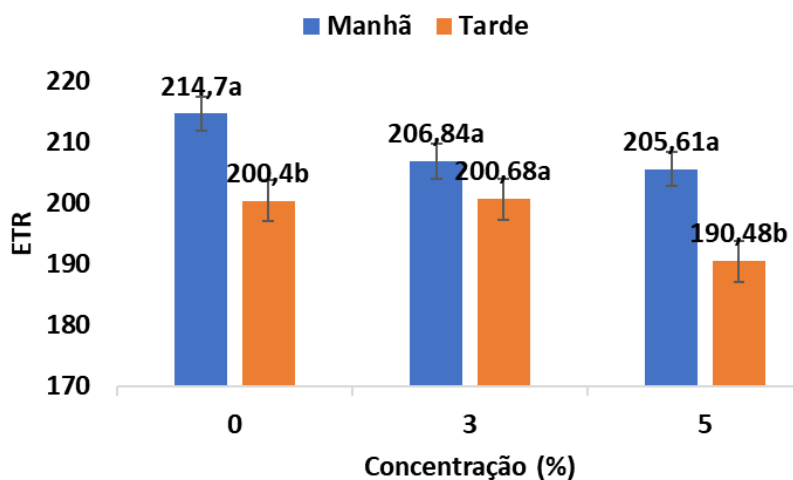


Figura 9. Taxa de transporte de elétrons do mamoeiro Tainung 1, pulverizado com diferentes concentrações de Caulim e Surround WP, aos 234 DAP. Médias seguidas de letras minúsculas diferenciam, apenas, o período da manhã e da tarde dentro de uma mesma concentração.

O período de avaliação influenciou a ETR com maior valor observado de 209,18, aos 234 DAP ($p < 0,01$), representando um incremento de 5,86% em relação a médias das avaliações realizadas aos 214 e 224 DAP, que não diferiram entre si (Figura 10). Esses resultados, provavelmente foram influenciados pela menor incidência de radiação solar ($1457,9 \text{ kJ m}^{-2}$) neste dia, em comparação aos demais.

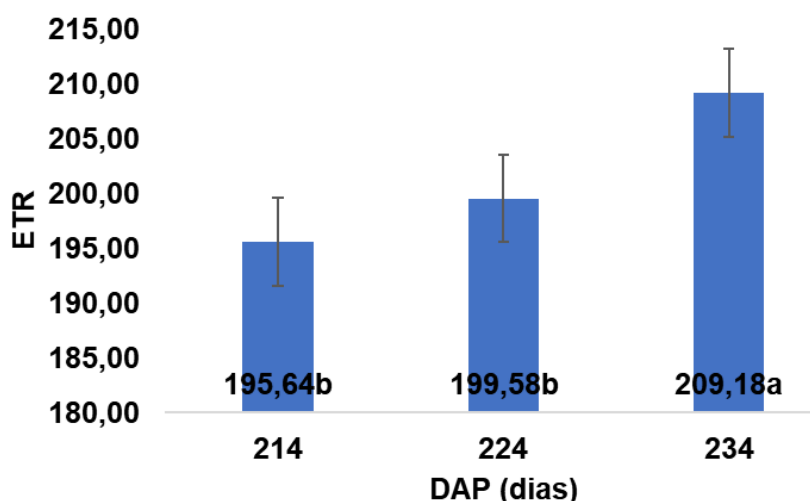


Figura 10. Taxa de transporte de elétrons do mamoeiro, Tainung 1, aos 214, 224 e 234 DAP. Os valores indicam a média de quatro repetições e respectivos erros. Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância.

De um modo geral ocorreu uma relação linear positiva entre o rendimento quântico potencial (F_v/F_m) e o índice de clorofila na folha (ICF) do mamoeiro pulverizado com Caulim e Surround WP, em diferentes concentrações (Figura 11 A). Isso evidencia que o uso da energia luminosa foi eficiente mesmo com valores de ICF abaixo de 40. Esse resultado contradiz Campostrini et al. (2002) que verificaram uma relação seguindo modelo quadrático entre essas mesmas variáveis para mamoeiro do grupo Formosa, sendo o rendimento quântico potencial menor que 0,7 quando os valores de ICF foram menores que 40.

Ocorreu uma relação linear inversa entre rendimento quântico potencial e a concentração interna de CO_2 (CI) nas folhas do mamoeiro (Figura 11 B). Esse resultado expressa a eficiência das reações no Fotossistema II, utilizando o CO_2 interno enquanto aumenta o rendimento quântico. O que reforça a importância das trocas gasosas em condições adequadas para não prejudicar o processo da fotossíntese. Além disso, a eficiência de uso da água pela cultura do mamoeiro se mostrou proporcional ao seu rendimento quântico potencial (Figura 11 C). Ou seja, com o aumento do rendimento quântico potencial a planta aumenta sua eficiência de uso da água e diminui a sua concentração interna de CO_2 . O que evidencia a necessidade de condições ambientais propícias para a cultura do mamoeiro mitigando, assim, os efeitos no mecanismo de fechamento estomático que implica no processo de trocas gasosas.

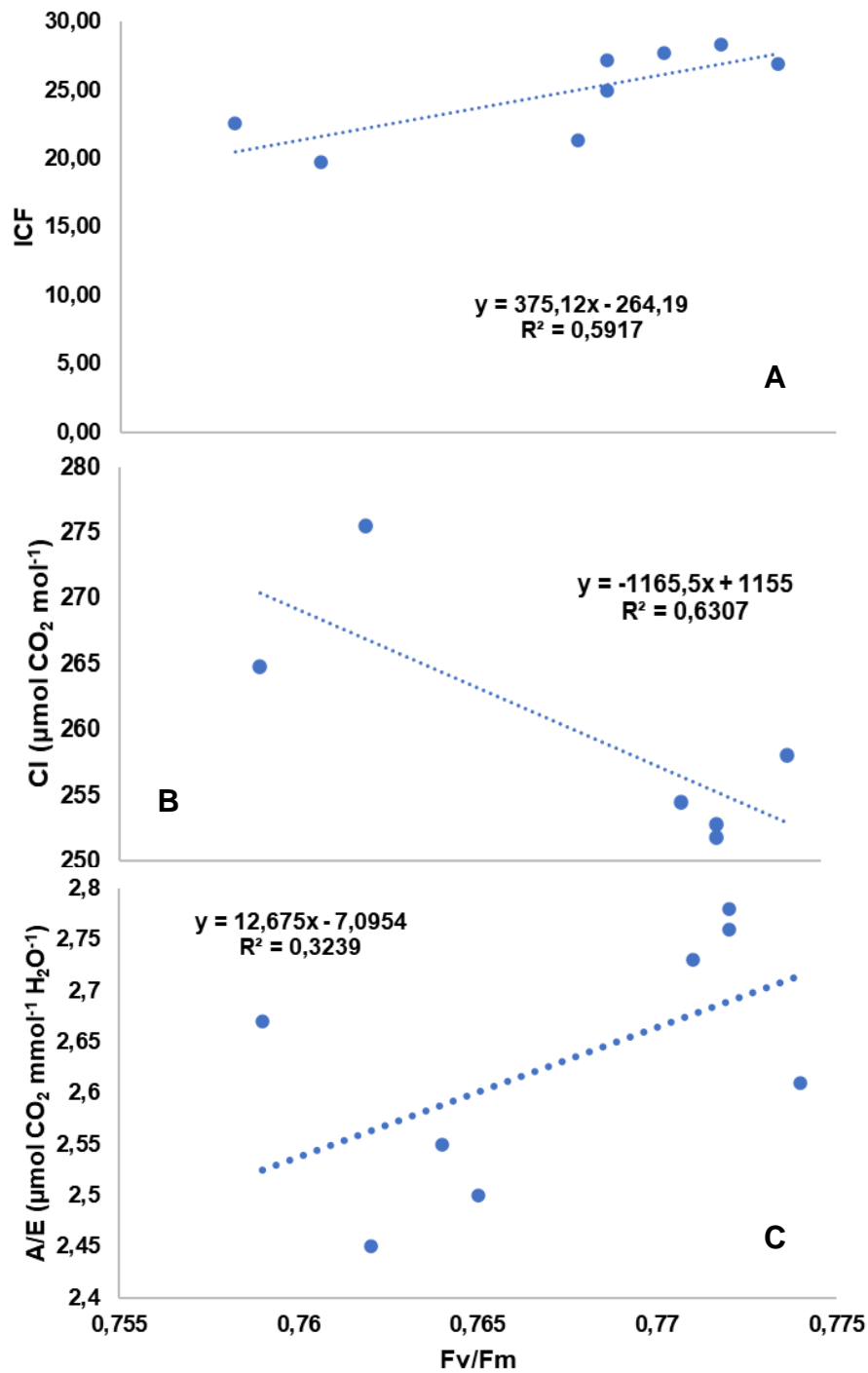


Figura 11. Relação entre o rendimento quântico potencial e o índice de clorofila na folha do mamoeiro (A), a concentração interna de CO_2 na folha do mamoeiro (B) e a eficiência de uso da água do mamoeiro (C).

4. CONCLUSÃO

A aplicação de antitranspirantes foliares, a base de caulim, não foi capaz de interferir no crescimento do mamoeiro.

A aplicação de Caulim e Surround WP, em diferentes concentrações, não influenciou as variáveis relacionadas ao processo de trocas gasosas bem como no índice de clorofila nas folhas.

Não foi verificada a ação dos antitranspirantes foliares como condicionante térmico na cultura do mamoeiro. Entretanto, o horário das avaliações e o seu respectivo DPV do ar influenciaram a condutância estomática e a temperatura foliar do mamoeiro.

O rendimento quântico efetivo e a taxa de transporte de elétrons foram maiores no período da manhã.

O rendimento quântico da dissipação não regulada de energia não-fotoquímica e o rendimento quântico da dissipação regulada de energia não-fotoquímica no fotossistema II, foram maiores no período da tarde.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABD EL – KADER, A. M.; SALEH, M. M. S.; ALI, M. A. Effect of soil moisture levels and some antitranspirants on vegetative growth, leaf mineral content, yield and fruit quality of Williams's banana plants. **The Journal of Applied Sciences Research**, v. 2, p. 1248-1255, 2006.

ALLEN, R. G., PEREIRA, L. S., RAES, D., SMITH, M. **Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (Irrigation and drainage, 56).

AMORIM, A. V.; GOMES-FILHO, E.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T.; LACERDA, C. F. Produção e fisiologia de plantas de cajueiro anão precoce sob condições de sequeiro e irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 10, p. 1014-1020, 2011.

ARANTES, A. de M.; DONATO, S. L. R.; SIQUEIRA, D. L. de; COELHO, E. F.; SILVA, T. S. Gas exchange in diferente varieties of banana prata in semi-arid environment. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 2, e-600, 2016.

BAZIHIZINA, N.; COLZI, I.; GIORNI, E.; MANCUSO, S.; GONNELLI, C. Photosynthesizing on metal excess: Copper differently induced changes in various photosynthetic parameters in copper tolerant and sensitive *Silene paradoxa* L. populations. **Plant Science**, v. 232, p. 67-76, 2015.

BELAPART, D.; CASTRO, E. B.; GIROTTO, M.; NASCIMENTO, F. R.; PICOLI JÚNIOR, G. J.; SIMÕES, P. S. Avaliação da taxa de transporte de elétrons de misturas de herbicidas no controle de *B. Decumbens* em pós-emergência. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 24, n. 2, p. 79-90, 2013.

CAMPOSTRINI, E.; SCHAFFER, B.; RAMALHO, J. D. C.; GONZÁLEZ, J. C.; RODRIGUES, W. P.; SILVA, J. R.; LIMA, R. S. N. Environmental Factors Controlling Carbon Assimilation, Growth, and Yield of Papaya (*Carica papaya* L.) Under Water-Scarcity Scenarios. **Water Scarcity And Sustainable Agriculture In Semiarid Environment**, p. 481-505, 2018.

CAMPOSTRINI, E., GLENN, D. M., YAMANISHI, O. K. Papaya: ecophysiology of growth and production. In: DaMatta, F. (Ed.), **Ecophysiology of Tropical Tree Crops**. Nova Science Publishers, p. 287-307, 2010.

CAMPOSTRINI, E.; GLENN, D. M. Ecophysiology of papaya: a review. **Brazilian Journal Of Plant Physiology**, v. 19, n. 4, p. 413-424, 2007.

CAMPOSTRINI, E.; YAMANISHI, O. K. Estimation of papaya leaf area using the central vein length. **Scientia Agrícola**, v. 58, p. 39-42, 2001.

CARNEIRO, C. E.; CRUZ, J. L. Caracterização anatômica de órgãos vegetativos do mamoeiro. **Ciência Rural**, v.39, n. 3, p. 918-921, 2009.

CARR, By M. K. V. The water relations and irrigation requirements of papaya (*Carica papaya* L.): a review. **Experimental Agriculture**, v. 50, n. 2, p. 270-283. 2013.

CARVALHO, C.; KIST, B. B.; BELING, R. R. **Anuário brasileiro da fruticultura 2018-2019** / CARVALHO, C.; KIST, B. B.; BELING, R. R. – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2019. 50 p.

CASTRO, P. R. C.; ANGELOCCI, L. R.; VIRGENS FILHO, A. C.; RIMAVESI, O.; REZENDE, M. A. Efeitos de produtos químicos na transpiração e no potencial da água de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg. cv.RRIM 600). **Planta daninha**, v. 7, n. 2, p. 37-47, 1984.

COELHO, E. F.; SILVA, A. J. P.; MAROUELLI, W. A.; COSTA, S. F. Manejo da água de irrigação. In: Eugenio Ferreira Coelho. (Org.). **Irrigação da bananeira**. 1ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2012, v. 1, p. 196-278.

COELHO, E. F.; OLIVEIRA, A. M. G.; SILVA, J. G. F.; COELHO FILHO, M. A.; CRUZ, J. L. Irrigação e Fertirrigação na cultura do mamão. In: SOUZA, V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Org.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. 1ed., Brasília, 2011, p. 442-472.

COELHO FILHO, M. A.; COELHO, E. F. Desenvolvimento e produção do mamoeiro irrigado por diferentes sistemas de microirrigação. **Irriga**, v. 12, n. 4, p. 519-531, 2007.

COELHO, E. F.; SILVA, J. G. F.; SOUZA, L. F. S. Irrigação e fertirrigação. In: Sanches, N. F., Dantas, J. L. L. (coords.) O cultivo do mamão. **Circular Técnica**, n. 34, cap. 7, p. 32-41. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999.

CORREIA, K. G.; NOGUEIRA M. C. R. J. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 2, p. 1-8, 2004.

CRITCHLEY, C. Photoinhibition. In: RAGHAVENDRA, A.S. (Ed.). *Photosynthesis: A comprehensive treatise*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 264-272, 1998.

EBRAHIEM-ASMAA. Alleviating the adverse effects of sunburn on the production of Red Roomy grapevines growing under Miniaregión conditions. **Minia Journal Agricultural Research development**, v. 32, p. 165-175, 2012.

EMBRAPA, **Manual de métodos de análises de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011.

FAO. (2021). Crop Data. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO): Roma, Itália; Disponível online: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (acessado em 27 de agosto de 2021)

FERERES, E. **Papel de la fisiología vegetal en lamicroirrigación. Recomendaciones para el manejo mejorado.** Ponencia en IV Seminario Latinoamericano de Microirrigación. Barquisimeto, Venezuela, 1981.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FONTES, R. V.; SANTOS, M. P.; FALQUETO, A. R.; SILVA, D. Atividade da redutase do nitrato e fluorescência da clorofila a em mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 251-254, 2008.

GUIMARÃES, M. J.; LOPES, I.; OLDONI, H.; COELHO FILHO, M. A. Balanço hídrico para diferentes regimes pluviométricos na região de Cruz das Almas-BA. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 59, n. 3, p. 252-258, 2017.

HARTER, F. S.; BARROS, E. Cálcio e silício na produção e qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 1, p. 54 - 60, 2011.

JIFON, J. L.; SYVERTSEN, J. P. Kaolin particle film applications can increase photosynthesis and water use efficiency of „Ruby Red” grapefruit leaves. **Journal of American Society of Horticultural Science**, v. 128, p. 107-112, 2003.

JONES, H. G. **Plants and microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology.** 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. 85p.

KELLER, J.; BLIESNER, D.R. **Sprinkler and trickle irrigation.** New York: von Nostrand Reinhold, 1990. 652 p.

KLUGHAMMER, C.; SCHREIBER, U. Complementary PSII quantum yield calculated from simple fluorescence parameters measured by PAM fluorometry and saturation pulse method. **PAM Application Notes**, v.1, p. 27-35, 2008.

KRAMER, D. M.; JOHNSON, G.; KIIRATS, O.; EDWARDS, G. E. New fluorescence parameters for the determination of qaredox state and excitation energy fluxes. **Photosynthesis Research**, v. 79, n. 2, p. 209-218, 2004.

LAL, N.; SAHU, N. Management Strategies of Sun Burn in Fruit Crops-A Review. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 6, n. 6, p. 1126-1138, 2017.

MACHADO FILHO, J. A.; CAMPOSTRINI, E.; YAMANISHI, O. K.; FAGUNDES, J. R. Variação sazonal das trocas gasosas em folhas de mamoeiro cultivado em condições de campo. **Bragantia**, v. 65, n. 2, p. 185-196, 2006.

MAXWELL, K.; JOHNSON, G. N. Chlorophyll fluorescence: a practical guide. **Journal of Experimental Botany**, v. 51, p. 659-668, 2000.

MEDEIROS, S. S.; CAVALCANTE, A. M. B.; MARIN, A. M. P.; TINÔCO, L. B. M.; SALCEDO, I. H.; PINTO, T. F. Sinopse do censo demográfico para o semiárido brasileiro. Campina Grande: INSA, 2012. 103p.

MEYER, M. F.; SOUSA, J. B. M.; SALES, L. R.; SILVA, P. A. S.; LIMA, A. D. D. Granulometria de argila caulim primário dos pegmatitos nas regiões do junco do Seridó-PB e Equador – RN. 22º CBECiMat - **Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais**. 06 a 10 de novembro de 2016, Natal, RN, Brasil. 2016.

NETTO, A. T.; CAMPOSTRINI, E.; DE OLIVEIRA, J. G.; BRESSAN-SMITH, R. E. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. **Scientia Horticulturae**, v. 104, n. 2, p. 199-209, 2005.

OLIVEIRA, A. L. R.; CARNEIRO, V. S.; SILVA, S. M. C; NOGUEIRA, J. C. M; OLIVEIRA, R. G. L. Zoneamento edafoclimático da cultura do mamão. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, p. 957-965, 2012.

OLIVEIRA, A. M. G.; COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; SOUZA, L.F. da S. Requerimento de nutrientes para fertirrigação (mamão), In: BORGES, A. L.; COELHO, E. F. (Editores). **Fertirrigação em fruteiras tropicais**. 2 ed., Cruz das Almas, BA: Embrapa, v. 1, p. 118-130, 2009.

OSMOND, C. B. What is photoinhibition? Some insights from comparisons of shade and sun plants. **BIOS Scientific Publishers**, v. 3, n. 1, p. 1-24, 1984.

PEÇANHA, A. L. Biometria, relações hídricas e trocas gasosas do coqueiro anão verde em função da compactação, lâmina de irrigação e classe de solo. **Dissertação** (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2007. 78 p.

POSSE, R. P.; BERNARDO, S.; SOUSA, E. F. de; PEREIRA, M. G.; MONNERAT, P. H.; GOTTARDO, R. D. Relação entre a produtividade do mamoeiro e o déficit hídrico (ky) na região Norte Fluminense. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 13, n. 2, p. 158-164, 2009.

RAMÍREZ, A. J. F.; COELHO, R. D.; PIZANI, M. A. M.; SILVA, C. J. Determinação do índice de estresse hídrico em tomateiros cereja (*Lycopersicon solanum* var. cerasiforme.) com câmara infravermelha. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 9, n. 4, p. 218-224, 2015.

REIS, F. O.; CAMPOSTRINI, E. Microaspersão de água sobre a copa: um estudo relacionado às trocas gasosas e à eficiência fotoquímica em plantas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Agrociências**, v. 17, n. 3-4, p. 284-295, 2011.

REIS, F. O.; CAMPOSTRINI, E. Trocas gasosas e eficiência fotoquímica potencial em mamoeiro do grupo 'formosa' cultivado em condição de campo. **Bragantia**, v. 67, n. 4, p. 815-822, 2008.

SACRAMENTO, B. L. D.; AZEVEDO NETO, A. D. D.; ALVES, A. T.; MOURA, S. C.; RIBAS, R. F. Photosynthetic parameters as physiological indicators of tolerance to cadmium stress in sunflower genotypes. **Revista Caatinga**, v. 31, p. 907-916, 2018.

SANTOS, D. L.; COELHO, E. F.; CUNHA, F. F. da; DONATO, S. L. R.; BERNADO, W. de P.; RODRIGUES, W. P.; CAMPOSTRINI, E. Partial root-zone drying in field-grown papaya: Gas exchange, yield, and water use efficiency. **Agricultural water management**, v. 243, p. 106421, 2021.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de (Eds.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

STEIMAN, S. R.; BITTENBENDER, H. C.; IDOL, T. W. Analysis of Kaolin Particle Film Use and Its Application on Coffee. **Hort. Science**, v. 42, p. 1605-1608, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2017. 230p.

ANEXOS

Anexo 1. Mamoeiro, cv Tainung 1, cultivado em lisímetros de drenagem.



Anexo 2. Porômetro modelo SC-1 (Decagon) utilizado nas medições de condutância estomática nas folhas do mamoeiro, cv. Tainung 1.

**CAPÍTULO II - FLUXO DE SEIVA E BALANÇO HÍDRICO DO MAMOEIRO
SUBMETIDO A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE
ANTITRANSPIRANTES FOLIARES**

FLUXO DE SEIVA E BALANÇO HÍDRICO DO MAMOEIRO SUBMETIDO A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ANTITRANSPIRANTES FOLIARES

RESUMO: Diante do cenário de mudanças climáticas e escassez hídrica, estratégias que possam minimizar os prejuízos no potencial produtivo da cultura e aumento da eficiência do uso da água devem ser buscadas. Nesse intuito, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o fluxo de seiva e o balanço hídrico na cultura do mamoeiro, Tainung 1, pulverizado com diferentes concentrações de antitranspirantes foliares. O trabalho foi realizado com a cultura do mamoeiro, cv Tainung 1, em lisímetros de drenagem, instalados em campo e espaçados de 2,5 x 2,5 m. As plantas estavam na fase de floração e frutificação. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com oito repetições. Os tratamentos consistiram da pulverização foliar de dois tipos de antitranspirantes (Caulim e Surround WP) em três concentrações (0, 3 e 5%) sobre todo o dossel. Foram avaliados variáveis como armazenamento de água, extração de água, transpiração, coeficiente de cultivo por meio de balanço de água no solo com utilização da técnica da reflectometria no domínio do tempo – TDR e fluxo de seiva por meio do método de pulso de calor. Não houve efeito dos antitranspirantes foliares e das diferentes concentrações sobre os componentes do balanço hídrico determinados no cultivo de mamoeiro. Houve interação entre o antitranspirante foliar e a concentração para o coeficiente de cultivo (K_c). O K_c do mamoeiro pulverizado com Surround WP foi maior do que o K_c do mamoeiro pulverizado com Caulim, apenas para a concentração de 3%. A ET_c variou entre 8,24 e 9,57 mm. A variável fluxo de seiva foi estudada em função dos diferentes horários dos dias, apresentando influência positiva na interação entre as fontes de variação (horário, antitranspirantes e concentrações). O fluxo de seiva foi maior nas plantas de mamoeiro pulverizadas com Surround WP na concentração de 5 %.

Palavras-chave: Evapotranspiração, Caulim, Surround WP, cv. Tainung 1.

SAP FLOW AND WATER BALANCE OF PAPAYA PLANTS SUBMITTED TO DIFFERENT CONCENTRATIONS OF LEAF ANTITRANSPIRINGS

ABSTRACT: Given the scenario of climate change and water scarcity, strategies that can minimize damage to the crop's productive potential and increase the efficiency of water use must be sought. With this in mind, the objective of the present work was to evaluate the sap flow and water balance in the papaya crop, Tainung 1, sprayed with different concentrations of foliar antiperspirants. The study was carried out in drainage lysimeters, installed in the field and spaced 2.5 x 2.5 m apart. In the lysimeters the culture of papaya cv. Tainung 1. The experimental design was completely randomized, in a 2 x 3 factorial scheme: two types of antiperspirants (Kaolin and Surround WP) and three concentrations (0, 3 and 5%), with 8 repetitions. Variables such as water storage, water extraction, transpiration, cultivation coefficient through soil water balance using the time domain reflectometry technique - TDR and sap flow using the heat pulse method were evaluated. There was no effect of the foliar antiperspirant and the different concentrations on the components of the water balance determined in the papaya crop. There was an interaction between the foliar antiperspirant and the concentration for the crop coefficient (K_c). The K_c of the papaya tree sprayed with Surround WP was higher than the K_c of the papaya tree sprayed with Kaolin, only for the concentration of 3%. ET_c ranged between 8.24 and 9.57 mm. The sap flow variable was studied as a function of the different times of the day, with a positive influence on the interaction between the sources of variation (time, antiperspirants and concentrations). The sap flow was higher in papaya plants sprayed with Surround WP at 5% concentration.

Keywords: Evapotranspiration, kaolin, Surround WP, cv. Tainung 1.

1. INTRODUÇÃO

O mamão é uma fruta de grande importância para a economia nacional uma vez que o Brasil é o segundo maior produtor do mundo. Porém, as pesquisas têm mostrado uma queda gradual da área plantada, na última década. Os motivos estão relacionados, principalmente, as alterações nas condições climáticas da região, implicando diretamente na produtividade (Kist et al., 2021). Os períodos de veranico e aumento da temperatura têm afetado a produção da cultura (Carvalho et al. 2019). Isso porque o mamoeiro é uma cultura muito exigente por disponibilidade hídrica não tolerando, porém, o excesso de água no solo. Também não produz potencialmente quando ocorrem eventos de temperatura acima de 33 °C, mesmo que esporadicamente (Oliveira et al., 2012).

Estudos variando lâmina de irrigação em função da evapotranspiração da cultura do mamoeiro têm mostrado uma resposta de produção comercial potencial com fornecimento da lâmina de 100 % enquanto, reduções acentuadas prejudicam o desenvolvimento do mamoeiro diminuindo sua taxa de crescimento no caule e nas folhas, favorece a queda das flores ou a produção de flores estéreis (BERNARDO et al., 1996; COELHO et al., 1999; POSSE et al., 2009). Estratégias que possam minimizar os prejuízos no potencial produtivo da cultura, mesmo em condições de estresses diversos, devem ser buscadas.

A tecnologia de filme de partículas utiliza de produtos que formam uma barreira física, também chamada de película, branca e refletora na superfície das folhas e frutos (SHARMA et al., 2015). Entre os principais produtos utilizados estão os de ação refletora como, por exemplo, o Caulim. É um argilomineral constituído, principalmente, por caulinita. Esses materiais refletores são chamados de antitranspirantes foliares pois, podem alterar o processo de transpiração das culturas por meio da obstrução parcial dos estômatos ou interferindo nos gradientes de temperatura entre a folha e o ar por meio da reflexão de parte da luz solar. O que também altera o processo de transpiração da cultura (EL-KHAWAGA, 2013).

O mamoeiro possui um mecanismo de fechamento estomático que responde rápido ao estresse hídrico, seja ele causado por déficit no solo ou por alta demanda atmosférica (REIS et al., 2009; REIS; CAMPOSTRINI, 2008; RAMÍREZ et al., 2015). Essa resposta afeta o processo de trocas gasosas por meio da transpiração. A transpiração da planta é fundamental para quantificar a

reposição de água uma vez que compõe, juntamente com a evaporação do solo, a evapotranspiração da cultura. Normalmente, a evapotranspiração é obtida em função das variáveis climatológicas utilizando o método padrão da FAO (ALLEN et al., 1998) ajustado por um coeficiente de cultivo (Kc). É essencial o conhecimento da evapotranspiração da cultura e seu Kc para um manejo de irrigação adequado em relação as condições específicas de cultivo, em especial, quando se adota uma estratégia visando aumento da produção. Como a tecnologia de filme de partículas, por exemplo. Além disso, é preciso identificar todos os fatores possíveis de interferir no potencial produtivo da cultura. Segundo Ramírez et al. (2015), a temperatura foliar pode estar relacionada ao estado hídrico do solo. Isso porque plantas sob déficit hídrico mantêm seus estômatos fechados elevando, assim, a temperatura foliar. Enquanto, plantas sem déficit hídrico apresentam menor temperatura foliar.

Esse trabalho objetivou avaliar o fluxo de seiva e o balanço hídrico na cultura do mamoeiro, Tainung 1, pulverizado com diferentes concentrações de antitranspirantes foliares.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e descrição da área experimental

O estudo foi realizado no campo experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizada na cidade de Cruz das Almas – BA (12°40'19" Sul e 39°06'23" Oeste, altitude média 220 m). O clima é classificado como tropical quente e úmido com precipitação anual média de 1.131,17 mm (GUIMARÃES et al., 2017).

O experimento foi realizado com plantas de mamoeiro, cv Tainung 1, cultivadas em lisímetros de drenagem, instalados em campo e espaçados de 2,5 x 2,5 m. Os lisímetros, caixas de polietileno, tinham capacidade de 700 litros, sendo 1,3 m de diâmetro e 0,70 m de profundidade. O sistema de drenagem dos mesmos era composto por tubos de PVC perfurados e uma camada de brita seguida acima por uma de areia. O solo de preenchimento era de textura média, Latossolo Amarelo Distrocoeso (SANTOS et al, 2013) cujas propriedades químicas e físicas (EMBRAPA, 2011) estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Atributos físicos e químicos do solo, antes do plantio do mamoeiro nos lisímetros de drenagem. Cruz das Almas – BA, 2019.

Atributos físicos													
PROF (m)	Macro porosidade (%)	Micro porosidade (%)	Porosidade Total (%)	D _s (kg/dm ³)	A _D (%)								
0,00 - 0,20	9,72	30,65	40,37	1,50	3,00								
0,20 - 0,40	8,49	32,37	30,52	1,50	3,04								
Atributos químicos													
PROF (m)	pH (água)	² P (mg dm ⁻³)	² K	³ Ca	³ Mg	³ Al	² Na	H+Al	SB	CTC	V (%)	MO (g kg ⁻¹)	
			(cmol _c dm ⁻³)										
0,00-0,20	7,15	70	1,04	2,81	1,32	0,00	0,37	0,00	5,54	6,75	90	15,00	
0,20-0,40	6,40	32	1,17	2,02	1,10	0,00	0,29	1,60	4,58	6,16	74	12,00	

PROF = Profundidade; SB = soma de bases trocáveis; CTC = capacidade de troca de cátions; V = saturação por bases e MO = matéria orgânica. ²Extração por Mehlich⁻¹; ³Extração com KCl 1M; ⁴Método de Walkley e Black modificado. D_s = densidade do solo, A_D = água disponível.

As plantas estavam na fase de produção apresentando flores e frutos, simultaneamente, período correspondente aos 180 a 240 dias após o plantio (DAP). Os tratamentos consistiram na aplicação de caldas de pulverização foliar, dos produtos Caulim e Surround WP, nas concentrações de 0, 3 e 5 %.

O Surround WP é um produto industrializado, composto por 95% de caulim e 5 % de material inerte. É um pó molhável (wetable powder; WP), atóxico e de excelente alvura. O Caulim é o argilomineral primário, apenas beneficiado por meio de moagem e peneiramento, para ser fornecido para as indústrias. Utilizou-se o Caulim de malha 500, o que significa dizer que foi passado em peneira de 500 mesh. Isso influencia na pureza e brancura do produto, tornando o de melhor qualidade em comparação ao caulim beneficiado sem passar na peneira de 500 mesh (MEYER et al., 2016).

A calda para pulverização foliar foi preparada de acordo com a concentração correspondente para cada tratamento, pesando-se a massa necessária dos antitranspirantes em balança semi analítica e adicionando no volume de água adequado. A pulverização da copa das plantas foi realizada com auxílio de pulverizador costal, com capacidade para 20 L. As folhas foram pulverizadas na parte superior até o ponto de escorrimento da calda para garantir uniformidade de distribuição nas mesmas.

2.2 Delineamento experimental

Para a determinação do fluxo de seiva e variáveis do balanço hídrico foram adotadas diferentes metodologias. Para o fluxo de seiva acumulado diariamente adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3: dois tipos de antitranspirantes (Caulim e Surround WP) e três concentrações (0, 3 e 5%), com 8 repetições. Enquanto, para o fluxo de seiva horário, adotou-se um esquema em parcela sub subdividida, com quatro repetições, considerando na parcela os horários em que foram feitas as avaliações diariamente (6, 9, 12, 15, 18 e 21 horas). Na subparcela foram considerados os antitranspirantes (Caulim e Surround WP) e na sub subparcela as concentrações (0, 3 e 5%). Já para as variáveis armazenamento de água, transpiração e coeficiente de cultivo, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema de parcela subdividida. A parcela foi composta pelos antitranspirantes foliares (Caulim e Surround WP) colocando na subparcela as diferentes concentrações (0, 3 e 5 %).

2.3 Sistema de irrigação e manejo da irrigação

A irrigação foi localizada, por microjato difusor, sendo uma linha lateral por fileira de plantas e apenas um emissor por planta, de vazão 45 L h⁻¹. A frequência de irrigação foi de três dias para manter a capacidade de campo do solo. Para isso foi realizado o monitoramento da umidade do solo, utilizando sensores de TDR (Reflectometria no Domínio do Tempo) instalados entre a planta e o emissor. Para esse manejo se considerou a profundidade do sistema radicular efetiva do mamoeiro entre 0,40 m e 0,50 m (COELHO et al., 2012). A reposição de água, por meio da lâmina a aplicar, foi baseada na evapotranspiração da cultura em função da evapotranspiração de referência (ALLEN et al., 1998; KELLER; BLIESNER, 1990) considerando os coeficientes de localização conforme Fereres (1981).

2.4 Balanço de água na zona radicular no mamoeiro

O balanço de água na zona radicular foi usado como forma de obtenção das variáveis que compõem a relação solo-água-planta em quatro ciclos de irrigação, na fase produtiva do mamoeiro. O balanço foi avaliado em relação a uma planta de cada tratamento pelo monitoramento da umidade no perfil. Para

isso, instalaram-se sondas de TDR (Reflectometria no Domínio do Tempo), de 3,5 m de comprimento de cabo, nos lisímetros em uma malha de 12 posições considerando a direção emissor e semi espaço entre fileiras de plantas. Os lisímetros permaneceram cobertos com lona, durante o estudo, para evitar a evaporação da água do solo. As sondas foram instaladas nas trincheiras representando planos bidimensionais, nas distâncias de 0,20, 0,40 e 0,60 cm em relação a planta, e nas profundidades de 0,15, 0,30 e 0,45 m em relação a superfície do solo (Anexo 3). Foi realizada a calibração dos sensores de TDR para o tipo de solo utilizado (Figura 12). Para isso foram coletadas amostras do solo em colunas com tubo de PVC. Essas amostras foram saturadas por 24 horas e, posteriormente, foram determinadas as massas e leituras das umidades com a TDR. Com os valores de umidade volumétrica do solo e os valores de umidade lidos na TDR foi possível o ajuste ao modelo de Lidieu et al. (1986), equação 6.

$$\theta = 0,1138\sqrt{Ka} - 0,1758 \quad (6)$$

Em que:

θ é teor de água no solo, $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$; Ka é constante dielétrica aparente do solo.

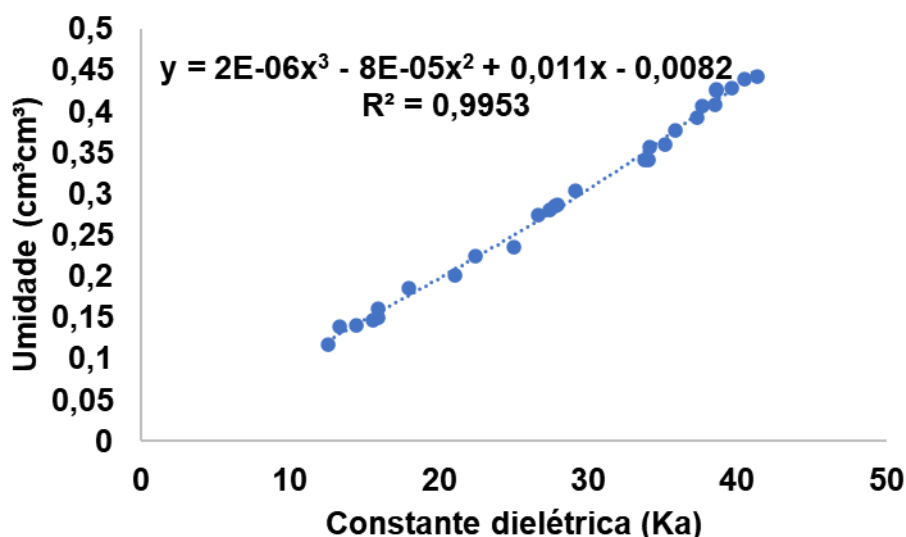


Figura 12. Curva de calibração dos sensores de TDR instalados nos lisímetros de drenagem.

O monitoramento da umidade do solo ocorreu de forma contínua e automática, com leituras a cada 20 minutos. Os valores foram armazenados e coletados por um sistema automático, o qual foi composto de multiplexadores acoplados ao reflectômetro do tipo TDR e a um armazenador de dados (“datalogger” da Campbell Scientific, modelo CR 1000). O ajuste do comprimento do cabo na equação foi feito usando o software PCTDR. Os dados da umidade no perfil foram então transformados em umidade volumétrica pela equação de calibração para o comprimento de cabo de 3,5 m e, logo em seguida foram transformadas em média horária.

A umidade volumétrica horária permitiu calcular o armazenamento de água no perfil do solo, conforme a equação 7. O armazenamento de água no solo na camada de solo entre 0 e 0,45 m de profundidade em cada distância (R_i) da planta num tempo t_i , foi obtido pela equação 7.

$$ARM(0 - 0,45) = \int_0^{0,45} \theta(z) dz \quad (7)$$

Em que:

ARM - armazenamento de água no solo (mm); $\theta(z)$ - umidade em função da profundidade z do solo ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$). O armazenamento em todo o perfil no tempo t_i foi dado pela média dos valores de ARM (0-0,45) obtidos em todas as distâncias R_i (0,20 m; 0,40 m; 0,60 m). A variação de armazenamento (ΔARM) antes de uma irrigação (t_1) até o início da irrigação seguinte (t_2) foi dada pela equação 8.

$$\Delta ARM_{t_1-t_2} = ARM_{t_1} - ARM_{t_2} \quad (8)$$

Em que:

ARM_{t_1} é o armazenamento no perfil calculado no tempo t_1 ; ARM_{t_2} é o armazenamento no perfil calculado no tempo t_2 .

Para determinar o balanço hídrico foram selecionados dados em que a precipitação e evaporação nula. Para tanto, os lisímetros foram cobertos com lona plástica. A lâmina de água percolada (Per) foi obtida por meio de coletores instalado nos lisímetros de cada tratamento. No período entre duas irrigações foi

determinado o volume lixiviado com o auxílio de uma proveta. O cálculo da evapotranspiração da cultura foi realizado utilizando a equação 9.

$$\Delta ARM = I + P - Per - ET \quad (9)$$

Em que:

ΔARM é a variação do armazenamento (mm); I é a irrigação (mm); P é a precipitação (mm); Per é a lâmina percolada (mm); ET é a evapotranspiração (mm).

Substituindo as variáveis irrigação, lâmina percolada e variação de armazenamento, na equação 9, tem-se a transpiração da cultura. Com a transpiração evidenciada, conforme equação (10).

$$Etc = \Delta ARM + I - Per \quad (10)$$

Com os dados de transpiração da cultura foi possível determinar os valores de coeficiente de cultivo (Kc) basal para a cultura do mamoeiro, na fase de produção, conforme equação (6).

$$Kc = \frac{ETc}{ETo} \quad (11)$$

Em que:

Kc é o coeficiente de cultura; ETc é a evapotranspiração da cultura (mm); ETo é a evapotranspiração de referência (mm). Sendo a ETo determinada pela equação de Penman-Monteith parametrizada pela FAO (ALLEN et al., 1998).

A extração de água (EA) da zona radicular do mamoeiro, Tainung 1, foi quantificada por dados do armazenamento da água no solo considerando a profundidade efetiva do sistema radicular de 0,45 m. A avaliação da extração foi feita 6 horas após o evento de irrigação até antes da irrigação seguinte, assumindo-se que a frente de umidade tenha atingido a profundidade da zona radicular. Os fluxos de água envolvidos nessa condição são o de extração de água e de percolação, sendo a evaporação nula (solo coberto). A extração de

água da zona radicular entre seis horas do final da irrigação e antes da irrigação seguinte se dá pela equação 12.

$$\tau(0 - 0,45)_{6-48} = ARM(0 - 0,45)_{6-48} - Per_{6-48} \quad (12)$$

Em que:

$\tau(0 - 0,45)_{6-48}$ é a Extração de água do solo pelo abacaxizeiro no perfil limitado pela distância de 0,60 m da planta e pela profundidade de 0,45 m entre 6 e 48 horas do final da irrigação (mm); O $ARM(0-0,45)_{6-48}$ é a diferença de armazenamento de água do solo na camada 0-0,45 m média de todas as distancias (Ri) ente 6 e 48 h após a irrigação, conforme equação 13.

$$ARM(0 - 0,45)_{6-48} = ARM(0 - 0,45)_6 - ARM(0 - 0,45)_{48} \quad (13)$$

2.5 Determinação do fluxo de seiva

O fluxo de seiva foi mensurado pelo método de pulso de calor (HUBER, 1932). Para isso foram construídos sensores de pulso de calor, utilizando agulhas hipodérmicas de 1 mm de diâmetro e 20 mm de comprimento. Cada sensor continha duas sondas termopares envolvidas por fios de cobre-constantan e uma sonda aquecedora envolvida por fio de constantan. Estes sensores foram inseridos no caule do mamoeiro, 0,2 m acima do solo, sendo as sondas termopares distanciadas 6 mm acima e abaixo da sonda aquecedora. Logo após instalação, os sensores foram envolvidos por espuma e papel alumínio para diminuir os efeitos dos gradientes térmicos ambientais (Anexo 4). Além disso, os sensores foram acoplados a um datalogger CR1000 (Campbell Scientific) para coleta e registro dos dados. Os dados foram registrados a cada 10 minutos, diariamente, durante oito dias. Ou seja, aos 229, 230, 231, 232, 333, 234, 237 e 238 DAP (dias após o plantio).

O cálculo do fluxo de seiva seguiu a metodologia de Burgess et al. (2001), conforme a equação 14.

$$Fs = Vs * As \quad (14)$$

Em que:

F_s é o fluxo de seiva ($\text{cm}^3 \text{h}^{-1}$); V_s é a velocidade da seiva no xilema (cm h^{-1}); e A_s é área efetiva da secção do xilema (cm^2).

A área efetiva da secção do xilema foi determinada a partir de diferentes medidas de diâmetros externos e suas respectivas áreas da secção. Para isso, foram cortados caules do mamoeiro com diferentes diâmetros. A velocidade da seiva no xilema (V_s) foi calculada conforme equação 15.

$$V_s = \frac{V_c * \rho_b * (C_w + M_c * C_s)}{\rho_s C_s} \quad (15)$$

Em que:

V_c é a velocidade do pulso de calor corrigida (cm h^{-1}); ρ_b é a densidade da madeira (Kg cm^{-3}); C_w é o calor específico da matriz da madeira ($1200 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$); C_s é calor específico da seiva ($4.182 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$); M_c é o teor de água do albúrnio; e ρ_s é a densidade da água (Kg cm^{-3}).

A velocidade do pulso corrigida (V_c) é determinada a partir da equação 16, em função da correção do espaçamento das sondas termopares em relação ao aquecedor.

$$V_c = \frac{4 * K * t * \ln\left(\frac{v_1}{v_2}\right) - x_2^2 + x_1^2}{2 * t * (x_1 - x_2)} * \beta * 3600 \quad (16)$$

Em que:

K é a difusividade térmica do caule ($\text{cm}^2 \text{s}^{-1}$); x_1 e x_2 são espaçamentos corrigidos dos sensores em relação ao aquecedor (cm); v_1 e v_2 são incrementos de temperatura nas sondas acima e abaixo do aquecedor em determinado tempo de medição; t é o tempo de medição (neste caso 88 s, em média, após o pulso de calor); e $\hat{\alpha}$ é o coeficiente empírico em função do diâmetro da ferida (valor utilizado 1,723, adimensional).

Para correção do espaçamento das sondas em relação ao aquecedor, utilizou-se a equação 17. Para isso, considerou-se uma sonda termopar fixa a exatamente 6 mm do aquecedor.

$$x_2 = \sqrt{4 * K * t * \ln\left(\frac{v_1}{v_2}\right) x_1^2} \quad (17)$$

Em que:

x_2 é o espaçamento considerado incorreto (cm); x_1 é o espaçamento considerado correto (cm); K é a difusividade térmica da madeira ($\text{cm}^2 \text{s}^{-1}$); e t é o tempo de medição (s).

2.6 Caracterização das condições ambientais

As variáveis climatológicas foram necessárias para caracterizar o período do estudo. Para tanto, foram obtidos dados da estação meteorológica automática de Cruz das Almas –BA, pelo site do INMET, referentes ao momento de cada avaliação (ARANTES et al., 2016). Posteriormente, o déficit de pressão de vapor do ar foi calculado usando as equações 18 e 19 (JONES, 1992):

$$DPVar = 0,6113e^t * \left(1 - \frac{UR}{100}\right) \quad (18)$$

Em que,

DPV ar é o déficit de pressão de vapor do ar (kPa); UR é a umidade relativa do ar (%) e t é um parâmetro adimensional calculado pela equação 19.

$$t = 17,502 * \frac{T_{ar}}{240,97 + T_{ar}} \quad (119)$$

Em que:

T_{ar} é a temperatura do ar no momento da avaliação ($^{\circ}\text{C}$).

2.7 Análises estatísticas dos dados

Os possíveis efeitos dos tratamentos sobre as variáveis dependentes foram avaliados mediante análise de variância (teste F). As médias foram comparadas pelo teste Tukey, até 0,05 de significância, para variáveis qualitativas e regressão para as variáveis quantitativas. Foi utilizado o software Sisvar (FERREIRA, 2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Balanço de água no mamoeiro com utilização de antitranspirantes no mamoeiro

A análise de variância mostrou que não houve efeito ($p>0,05$) do antitranspirante foliar sobre os componentes do balanço hídrico determinados no cultivo de mamoeiro, cv. Tainung 1. Como pode ser observado na Tabela 4, o armazenamento de água no solo foi quantificado, no intervalo entre dois eventos de irrigação. Os valores médios de armazenamento foram 74,72 e 75,48 mm para Caulim e Surround WP, respectivamente. As plantas de mamoeiro pulverizadas com Caulim e Surround WP extraíram cerca de 10,25 e 12,35 mm de água, em um período de 42 horas. Dessa lâmina extraída, as plantas perderam 8,67 e 9,05 mm por meio da evapotranspiração, tendo valores de Kc de 0,74 e 0,77 (Tabela 4). A água necessária durante o ciclo da cultura é extraída do solo e a sua maior parte é perdida para a atmosfera na forma de vapor. Sendo necessária a reposição adequada dessa água no solo, por meio de precipitação ou de irrigação, para não comprometer o desenvolvimento e o potencial produção da planta.

Tabela 4. Valores médios de armazenamento (Arm), extração de água, evapotranspiração da cultura (ETc) e coeficiente de cultivo (Kc) do mamoeiro, Tainung 1, pulverizado com antitranspirantes foliares, Caulim (K) e Surround WP (S) em diferentes concentrações.

AN	Arm (mm)	Extração (mm)	ETc (mm)	Kc -
K	74,72	10,25	8,67	0,74
S	75,48	12,35	9,05	0,77
Média geral	75,1	11,30	8,86	0,755
Cv (%)	2,32	15,84	4,86	4,83

CV = Coeficiente de variação; AN = antitranspirantes; K = Caulim e S = Surround WP.

As concentrações de antitranspirante foliar não influenciaram as variáveis dependentes ($p>0,05$). O armazenamento de água no solo apresentou valores

entre 74,36 e 76,03 mm, no intervalo entre dois eventos de irrigação (Tabela 5). A extração de água pelas plantas de mamoeiro foi numa faixa de 10,87 a 12,03 mm e a transpiração entre 8,87 e 8,9 mm, no período de 6 a 48 horas após a irrigação. Os valores de Kc ficaram entre 0,752 e 0,759. Montenegro et al. (2004) determinaram o Kc de 1,16 para mamoeiro na fase de frutificação/floração, por meio de lisímetros de pesagem, nas condições climatológicas de Paraipaba, região litorânea do Ceará.

Para que ocorra a extração de água do solo pelas raízes da planta, é necessário que o solo apresente uma boa disponibilidade de água e nutrientes. Isso, porque a água se movimenta no solo por fluxo de massa. Além disso, os íons presentes na solução do solo entram na raiz por gradiente de concentração entre a raiz e o solo. Uma vez aumentado o potencial osmótico da raiz, necessita-se de água para equilibrar os meios (TAIZ, ZEIGER; 2017).

Tabela 5. Médias das variáveis armazenamento (Arm), extração de água, evapotranspiração da cultura (ETc) e coeficiente de cultivo (Kc) do mamoeiro pulverizado com diferentes concentrações de antitranspirante foliar.

CONCEN (%)	Arm (mm)	Extração (mm)	ETc (mm)	Kc -
0	74,89	12,03	8,8	0,752
3	76,03	10,99	8,9	0,759
5	74,36	10,87	8,87	0,754
Cv (%)	5,06	27,02	9,05	5,62

CV = Coeficiente de variação; CONCEN = concentração de Caulim e Surround WP na calda de pulverização.

Houve interação entre o antitranspirante foliar e a concentração para o coeficiente de cultivo (Kc). O Kc do mamoeiro pulverizado com Surround WP foi maior do que o Kc do mamoeiro pulverizado com Caulim, para a concentração de 3% (Tabela 6). Esse resultado pode ser explicado considerando as características dos antitranspirantes. O Caulim, por ser um produto primário, pode apresentar uma pureza menor que a pureza do Surround WP. Conseqüentemente, pode formar uma película diferente daquela formada pelo Surround WP, menos uniforme ou menos refletora. Uma vez que a concentração de 3% tende a formar uma camada menos espessa e menos branca que a

concentração de 5%. No caso da concentração controle (0%), as plantas estão em contato direto com as condições atmosféricas podendo, assim realizar mecanismos de auto ajuste sem nenhuma interferência do filme de partículas.

Coelho & Simões (2010) recomendam K_c de 0,84 para a cultura do mamoeiro, Tainung 1, a partir de 120 DAP para as mesmas condições climáticas em que foi realizado o estudo em discussão. Esses valores apresentados por Coelho & Simões (2010) são maiores que os determinados neste estudo em discussão. Não se pode afirmar a influência do uso de antitranspirante nessa diferença porque o mamoeiro não pulverizado também apresentou K_c em torno de 0,7. A principal justificativa é o método utilizado para a determinação. Diferente de Coelho & Simões (2010) que usaram o método inverso, este trabalho determinou por meio do balanço hídrico com solo coberto inibindo, assim, o componente evaporação. Portanto, o K_c apresentado neste trabalho é considerado o K_c basal sendo, conseqüentemente, menor que o K_c , pois este é resultado da soma do K_c basal (K_{cb}) com o K_c de evaporação (K_e) (ALLEN et al., 1998).

Tabela 6. Valores médios das variáveis de armazenamento (Arm), extração de água, evapotranspiração da cultura (ET_c) e coeficiente de cultivo (K_c) do mamoeiro com interação entre os antitranspirantes Caulim e Surround WP e as concentrações.

CONCEN	Arm (mm)		Extração (mm)		ET_c (mm)		K_c	
	K	S	K	S	K	S	K	S
0	74,89	74,89	12,03	12,03	8,8	8,8	0,752aA	0,752aA
3	76,13	75,94	8,95	13,04	8,24	9,57	0,701bA	0,816aA
5	73,13	75,6	9,77	11,98	8,97	8,77	0,761aA	0,748aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula nas colunas não diferem entre si a 0,05 de significância. CV = Coeficiente de variação; K = Caulim e S = Surround WP; CONCEN = concentração de Caulim e Surround WP na calda de pulverização.

A capacidade de armazenamento de água de um solo é muito importante. Permite a adequada disponibilidade de água para o processo de extração pelas raízes. Também é uma variável utilizada para manejo de irrigação por métodos que consideram a capacidade de armazenamento de água no solo.

3.2 Fluxo de seiva do mamoeiro

A análise de variância mostrou que as diferentes concentrações tiveram efeito ($p < 0,01$) sobre o fluxo de seiva acumulado diário do mamoeiro, como pode ser observado na Tabela 7. As diferentes concentrações apresentaram interação ($p < 0,05$) com os antitranspirantes foliares, diferindo entre si apenas dentro de cada antitranspirante (Tabela 7).

Tabela 7. Resumo da análise de variância para fluxo de seiva do mamoeiro, cv. Tainung 1, acumulado aos 229, 230, 231, 232, 333, 234, 237 e 238 DAP.

FV	GL	Quadrado médio
		Fluxo de seiva acumulado
AN	1	0,03521 ^{ns}
CON	2	261,6064 ^{**}
AN x CON	2	52,7527 [*]
Resíduo	42	14,2088
CV (%)		24,67

GL = grau de liberdade; CV = Coeficiente de variação; AN = antitranspirantes (Caulim e Surround WP); CON = concentração de Caulim e Surround WP na calda de pulverização; ^{ns}não significativo pelo teste de Tukey; ^{*}significativo ao nível de 5% de probabilidade; e ^{**}significativo ao nível de 1% de probabilidade.

O fluxo de seiva diário apresentou valor médio maior nas plantas pulverizadas com a concentração de 5%, com média de 19,47 L dia⁻¹, com incremento de 23,16 e 41,19 % quando comparado as concentrações 3 e 0 %, respectivamente (Figura 13). Plantas pulverizadas com antitranspirantes na concentração de 3% apresentaram um fluxo de seiva acumulado com média de 14,96 L dia⁻¹. Como pode ser observado na Figura 13, o menor fluxo de seiva acumulados médio foram apresentados pelas plantas não pulverizadas (concentração de 0 %).

As plantas de mamoeiro pulverizadas com a concentração 5% de Surround tiveram um maior fluxo de seiva acumulado, sendo 21,32 L dia⁻¹, em relação as plantas pulverizadas com as concentrações 0 e 3% deste mesmo produto sendo 11,5 e 13,19 L dia⁻¹, respectivamente (Figura 13). Já as plantas pulverizadas com Caulim apresentaram maior fluxo de seiva acumulado sob as concentrações de 3 e 5% (16,74 e 17,61 L dia⁻¹, respectivamente) e menor fluxo

de seiva para a concentração de 0% ($11,4 \text{ L dia}^{-1}$). Reis et al. (2009), verificaram uma diferença no fluxo de seiva do mamoeiro em condições ambientais diferentes. Ou seja, o mamoeiro na estação do inverno apresentou fluxo de seiva de $15 \text{ L dia}^{-1} \text{ m}^{-2}$ enquanto, na estação do verão, apresentou $5 \text{ L dia}^{-1} \text{ m}^{-2}$.

Medidas de fluxos de seiva acumulado, diariamente, têm sido consideradas importantes para tomadas de decisões no manejo da irrigação, pois avaliam a transpiração da planta inteira e de uma forma direta (ALMEIDA, 2019).

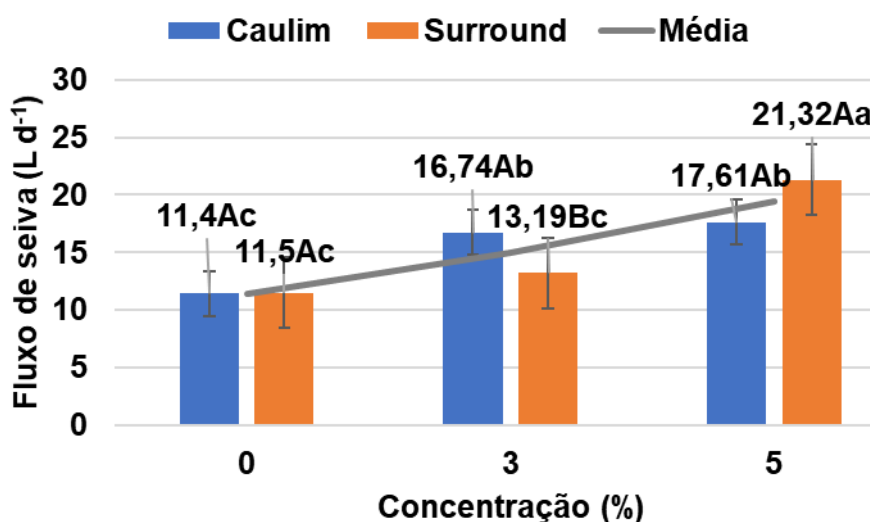


Figura 13. Fluxo de seiva acumulado (L d^{-1}), do mamoeiro, em função das diferentes concentrações de Caulim e Surround WP. Médias seguidas de letras maiúsculas comparam os diferentes antitranspirantes. Enquanto as médias seguidas de letras minúsculas comparam as diferentes concentrações.

A interação entre o horário de avaliação, ao longo do dia, bem como as concentrações dos antitranspirantes influenciaram ($p < 0,01$) o fluxo de seiva do mamoeiro. Os dados médios do fluxo de seiva em função do horário se ajustaram ao modelo quadrático ($R^2 > 90\%$), como pode ser observado na Figura 14. O fluxo de seiva foi maior nas plantas pulverizadas com a concentração de 5% do antitranspirante foliar, no horário de 13:46 horas, sendo $1,951 \text{ L h}^{-1}$. O fluxo de seiva das plantas pulverizadas com antitranspirante foliar, na concentração de 3%, foi maior às 13:56 horas com $1,405 \text{ L h}^{-1}$. E o fluxo de seiva das plantas que não foram pulverizadas com antitranspirante foliar (concentração 0%) se apresentou maior às 13:26 horas com $1,127 \text{ L h}^{-1}$ (Figura 14).

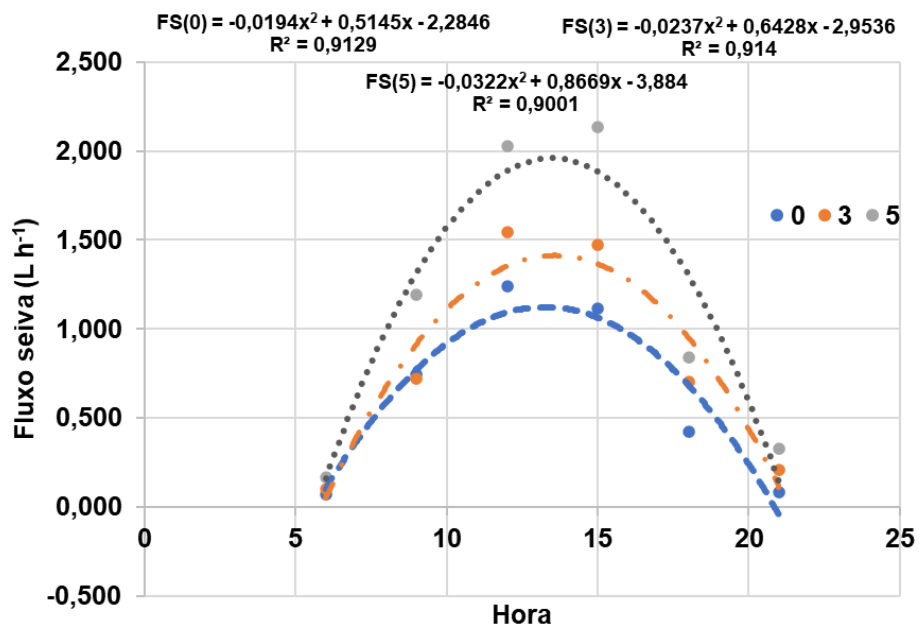


Figura 14. Fluxo de seiva, horário, do mamoeiro pulverizado com diferentes concentrações de antitranspirante foliar.

A interação entre o antitranspirante foliar e as diferentes concentrações da calda de pulverização tiveram influência sobre o fluxo de seiva horário do mamoeiro (Figura 15). O fluxo de seiva horário foi menor em plantas não pulverizadas, ou seja, na concentração 0%. O fluxo de seiva é influenciado pela demanda atmosférica, permitindo inferir que os menores valores em plantas não pulverizadas se devem a mecanismos como fechamento estomático para controle da perda de água por meio da transpiração. Os antitranspirantes visam proteger a cultura dos efeitos causados por altas temperaturas e luminosidade. Plantas pulverizadas com Surround WP na concentração de 5 % apresentaram maior valor de fluxo de seiva. Isso pode indicar que, mesmo em altas demandas atmosféricas, o processo de transpiração é maior o que pode acarretar numa maior perda de água.

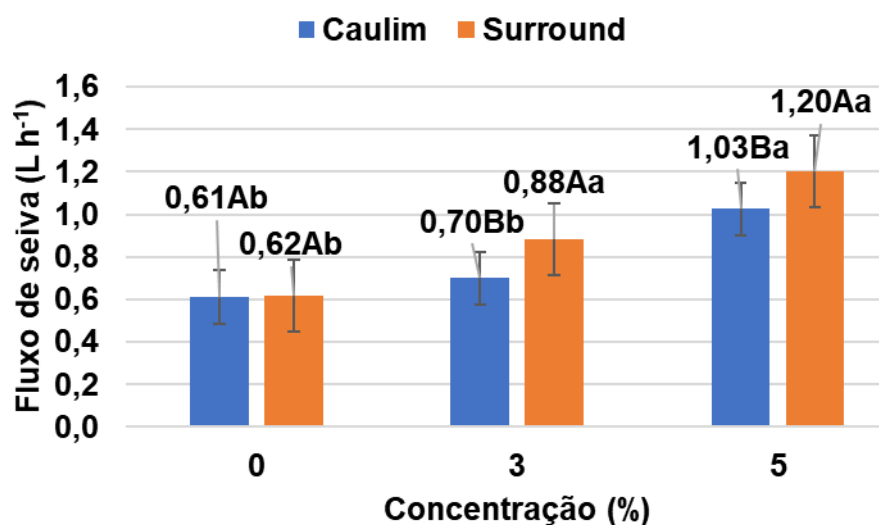


Figura 15. Fluxo de seiva, horário, do mamoeiro em função das diferentes concentrações e antitranspirantes foliares. Médias seguidas de letras maiúsculas comparam os antitranspirantes dentro de uma mesma concentração. Enquanto, as médias seguidas de letras minúsculas comparam as concentrações dentro do mesmo antitranspirante.

A densidade de fluxo de seiva do mamoeiro, Tainung 1, pulverizado com diferentes concentrações de antitranspirante foliar é apresentada na Figura 16. É possível observar a ocorrência de maior densidade de fluxo de seiva entre os horários de 13:00 e 15:00 horas, em todos os dias monitorados. A densidade de fluxo de seiva seguiu o curso do DPV do ar (Figura 16) mostrando a influência das condições atmosféricas sobre a evapotranspiração das plantas. Os valores de densidade de fluxo de seiva se referentes as plantas pulverizadas com Surround WP, na concentração de 5%, chegaram a $42,33 \text{ cm}^3 \text{ h}^{-1}$, às 14:00 horas.

O fluxo de seiva depende dos gradientes de potencial no sistema solo-planta-atmosfera em função, principalmente, das condições hídricas no solo e na atmosfera. A demanda atmosférica é maior quando a umidade do ar é menor e conseqüentemente o DPV é maior, normalmente nos horários mais quentes do dia. Almeida (2019), avaliou a evapotranspiração e o fluxo de seiva na cultura do maracujá e verificou boa correlação entre estes, mesmo o fluxo de seiva sendo 16% menor que a transpiração. O que a autora justifica com os erros inerentes

aos métodos utilizados na determinação dessas variáveis (lisímetro de pesagem e pulso de calor).

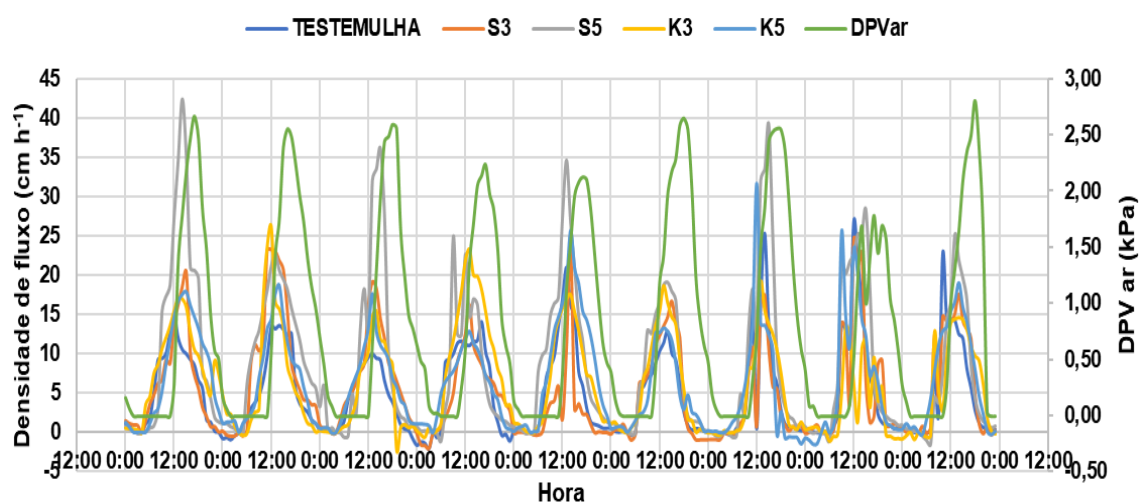


Figura 16. Densidade do fluxo de seiva do mamoeiro, pulverizado com diferentes concentrações de Caulim (K) e Sorround (S), em função do horário dos dias.

Reis et al. (2009), verificaram um pequeno incremento na densidade de fluxo de seiva em torno de 0,4 e 0,5 $\text{L h}^{-1} \text{m}^{-2}$, respectivos, nas plantas com e sem microaspersão sobre a copa, em condições atmosféricas de DPV do ar variando entre 2 e 3 kPa.

4. CONCLUSÕES

O armazenamento de água, a extração de água e a evapotranspiração do mamoeiro não foram influenciados pelo uso de antitranspirantes foliares.

A ET_c variou entre 8,24 e 9,57 mm. O mamoeiro apresentou um maior K_c quando pulverizado com Sorround WP na concentração de 3%.

O fluxo de seiva foi maior nas plantas de mamoeiro pulverizadas com Sorround WP na concentração de 5 %.

A densidade de fluxo de seiva variou com o DPV do ar e chegou a 42,33 $\text{cm}^3 \text{h}^{-1}$ para plantas pulverizadas com Sorround WP, na concentração de 5 %.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G., PEREIRA, L. S., RAES, D., SMITH, M. **Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (Irrigation and drainage, 56).

ALMEIDA, G. da C. Fluxo de seiva e evapotranspiração do maracujazeiro sob diferentes tipos de propagação. **Dissertação** (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, BA, 2019. 55p.

ARANTES, A. de M.; DONATO, S. L. R.; SIQUEIRA, D. L. de; COELHO, E. F.; SILVA, T. S. Gas exchange in diferente varieties of banana prata in semi-arid environment. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 2, e-600, 2016.

BERNARDO, S.; CARVALHO, J. A.; SOUSA, E. F. Irrigação do mamoeiro. **Boletim técnico**, n. 5. 20p. Campos dos Goytacazes: UENF, 1996.

BURGESS, S. S. O., ADAMS, M. A., TURNER, N. C., BEVERLY, C. R., ONG, C. K., KHAN, A. A. H., BLEBY, T. M. An improved heat pulse method to measure low and reverse rates of sap flow in woody plants. **Tree Physiology**, v. 21, p. 589-598, 2001.

CARVALHO, C.; KIST, B. B.; BELING, R. R. **Anuário brasileiro da fruticultura 2018-2019** / CARVALHO, C.; KIST, B. B.; BELING, R. R. – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2019. 50 p.

COELHO, E. F.; SILVA, A. J. P.; MAROUELLI, W. A.; COSTA, S. F. Manejo da água de irrigação. In: Eugenio Ferreira Coelho. (Org.). **Irrigação da bananeira**. 1ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2012, v. 1, p. 196-278.

COELHO, E. F.; SIMÕES, W. L. Produtividade do mamoeiro, cultivar Tainung N 1, sob diferentes manejos de irrigação nos tabuleiros costeiros do Nordeste. **Magistra**, v. 22, p. 35-40, 2010.

COELHO, E. F.; SILVA, J. G. F.; SOUZA, L. F. S. Irrigação e fertirrigação. In: Sanches, N. F., Dantas, J. L. L. (coords.) O cultivo do mamão. **Circular Técnica**, n. 34, cap. 7, p. 32-41. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999.

EL-KHAWAGA, A. S. Response of Grand Naine banana plants grown under different soil moisture levels to antitranspirants application. *Asian Journal of Crop Science*, v. 5, n. 3, p. 238-250, 2013.

EMBRAPA, **Manual de métodos de análises de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011.

FERERES, E. **Papel de la fisiología vegetal en lamicroirrigación. Recomendaciones para el manejo mejorado**. Ponencia en IV Seminario Latinoamericano de Microirrigación. Barquisimeto, Venezuela, 1981.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*. v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

GUIMARÃES, M. J.; LOPES, I.; OLDONI, H.; COELHO FILHO, M. A. Balanço hídrico para diferentes regimes pluviométricos na região de Cruz das Almas-BA. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 59, n. 3, p. 252-258, 2017.

HUBER, B. Beobachtung und messung pflanzlicher saftstrome. **Berichte Deutsche Botanische Gesellschaft**, n. 50, p. 89-109, 1932.

JONES, H. G. **Plants and microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. 85p.

KELLER, J.; BLIESNER, D.R. **Sprinkler and trickle irrigation**. New York: von Nostrand Reinhold, 1990. 652 p.

KIST, B. B.; CARVALHO, C.; BELING, R. R. Mamão. In: **Anuário Brasileiro de Horti & Fruti**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2021. 104 p.

LEDIEU, J., DE RIDDER, P.; DE CLERCK, P. Dautrebande, S. A method measuring soil water moisture by time domain reflectometry. **Journal Hydrology**, v. 88, p. 319-328, 1986.

MEYER, M. F.; SOUSA, J. B. M.; SALES, L. R.; SILVA, P. A. S.; LIMA, A. D. D. Granulometria de argila caulim primário dos pegmatitos nas regiões do junco do Seridó-PB e Equador – RN. 22º CBECiMat - **Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais**. 06 a 10 de novembro de 2016, Natal, RN, Brasil. 2016.

MONTENEGRO, A. A. T.; BEZERRA, F. M. L.; LIMA, R. N. Evapotranspiração e coeficientes de cultura do mamoeiro para a região litorânea do Ceará. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 2, p. 464-472, 2004.

OLIVEIRA, A. L. R.; CARNEIRO, V. S.; SILVA, S. M. C; NOGUEIRA, J. C. M; OLIVEIRA, R. G. L. Zoneamento edafoclimático da cultura do mamão. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, p. 957-965, 2012.

POSSE, R. P.; BERNARDO, S.; SOUSA, E. F. de; PEREIRA, M. G.; MONNERAT, P. H.; GOTTARDO, R. D. Relação entre a produtividade do mamoeiro e o déficit hídrico (ky) na região Norte Fluminense. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 13, n. 2, p. 158-164, 2009.

RAMÍREZ, A. J. F.; COELHO, R. D.; PIZANI, M. A. M.; SILVA, C. J. Determinação do índice de estresse hídrico em tomateiros cereja (*Lycopersicum solanum* var. cerasiforme.) com câmara infravermelha. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 9, n. 4, p. 218-224, 2015.

REIS, F. de O.; CAMPOSTRINI, E. SOUZA, E. F. de. Fluxo de seiva xilemática em mamoeiro 'golden' cultivado por microaspersão sobre copa: relações com as variáveis ambientais. **Bragantia**, v. 68, n. 2, p. 285-294, 2009.

REIS, F.O.; CAMPOSTRINI, E. Trocas gasosas e eficiência fotoquímica potencial em mamoeiro do grupo 'formosa' cultivado em condição de campo. **Bragantia**, v. 67, n. 4, p. 815-822, 2008.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de (Eds.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SHARMA, R. R.; REDDY, S. V. R.; DATTA, S. C. Particle films and their applications in horticultural crops. **Applied Clay Science**, v. 54, n. 68, p. 116-117, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2017. 230p.

ANEXOS



Anexo 3. Instalação dos sensores de umidade do solo nos lisímetros de drenagem.



Anexo 4. Sensores de pulso de calor instalados em planta de mamoeiro e protegidos com papel alumínio, para mensuração do fluxo de seiva.